



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **10341430 A**(43) Date of publication of application: **22 . 12 . 98**

(51) Int. Cl. **H04N 7/18**
B60R 1/00
B60R 21/00
G01C 3/06
G06T 7/00

(21) Application number: **09149525**(22) Date of filing: **06 . 06 . 97**(71) Applicant: **YAZAKI CORP**

(72) Inventor: **SASAKI KAZUYUKI**
ISHIKAWA NAOTO
NAKAJIMA MASATO

(54) **DETECTION OF FRONT VEHICLE AND SYSTEM
 FOR MONITORING FRONT OF VEHICLE**

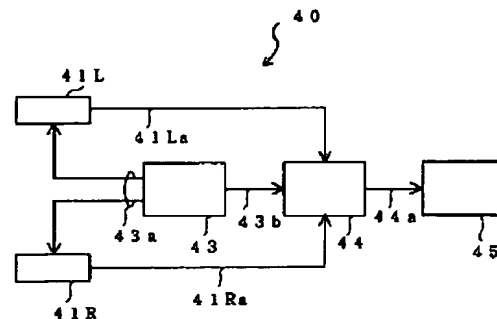
difference.

COPYRIGHT: (C)1998,JPO

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To realize high real time processing performance and to reduce calculation quantity by photographing a left picture and a right picture at the same time by means of synchronizing right and left cameras and generating a composite stereo video signal of both pictures.

SOLUTION: A stereo moving picture acquirement device 40 collects an even scanning line signal in a left video signal 41La from the left camera 41L and an odd scanning line signal in a right video signal 41Ra from the right camera 41R in synchronizing with a switch signal 43b. The odd scanning line signal in the left video signal 41La is set to be the even scanning line signal in a synthesis video signal 44a and the odd scanning line signal in the right video signal 41Ra is set to be the odd scanning line signal in the synthesis video signal 44a so as to generate the composite video signal 44a. When all the pictures obtained from the left camera 41L are in the same height as a road, the picture equal to the picture taken by the right camera 41R can be generated if all picture elements in the picture are moved to a scanning direction by the value of a visual



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-341430

(43) 公開日 平成10年(1998)12月22日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

F I

H 0 4 N 7/18

H 0 4 N 7/18

J

B 6 0 R 1/00

B 6 0 R 1/00

A

21/00

6 2 0

21/00

6 2 0 Z

G 0 1 C 3/06

G 0 1 C 3/06

G 0 6 T 7/00

G 0 6 F 15/62

4 1 5

審査請求 未請求 請求項の数30 O L (全 31 頁)

(21) 出願番号

特願平9-149525

(22) 出願日

平成9年(1997)6月6日

(71) 出願人 000006895

矢崎総業株式会社

東京都港区三田1丁目4番28号

(72) 発明者 佐々木 一幸

静岡県裾野市御宿1500 矢崎総業株式会社
内

(72) 発明者 石川 直人

静岡県裾野市御宿1500 矢崎総業株式会社
内

(72) 発明者 中島 真人

東京都調布市入間町 3-14-18

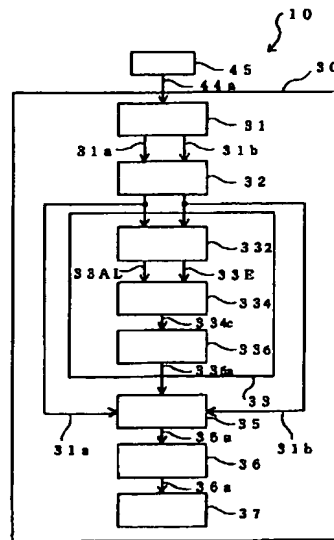
(74) 代理人 弁理士 瀧野 秀雄 (外1名)

(54) 【発明の名称】 前方車両検出方法及び車両前方監視システム

(57) 【要約】

【課題】 従来に比べて撮像画像を記録するメモリ量を少なく設定でき、さらに高検出精度及び高速処理を実現できるステレオ式の画像処理技術を応用した前方車両検出方法及び車両前方監視システムを実現すること。

【解決手段】 2台のカメラを用いて得られた自車両の前方の両眼道路画像を用いて前方車両の検出を行い、高速に前方車両までの距離および相対速度を予め求めておいた計算式を用いて理論的に算出する。



10...車両前方監視システム
30...データ処理装置
31...左右画像分離取得手段
31a...右側画像情報
31b...左側画像情報
32...距離算出手段
33...前方車両検出手段
33a...左エッジ画像
33b...右エッジ画像
34...差分エッジ作成部
34a...差分エッジ作成部
35...距離算出手段
35a...距離算出手段
36...算出手段
36a...算出手段
37...算出手段
37a...算出手段
44a...合成映像信号
45...フレームメモリ

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 左カメラを用いて収集した左画像と右カメラを用いて収集した右画像を用いてステレオ式の画像処理を行って前方を走行している車両と自車両との距離を計測し危険な場合に警報を発生する前方車両検出方法において、

左右のカメラを同期して同一時刻に左画像と右画像とを撮影して左画像と右画像との合成映像信号を作成する工程とを含むステレオ動画像取得工程を有することを特徴とする前方車両検出方法。

【請求項 2】 左カメラ及び右カメラの各々が奇数走査線信号／偶数走査線信号と偶数走査線信号／奇数走査線信号／偶数走査線信号とを出力する場合、前記ステレオ動画像取得工程は、左カメラからの左映像信号における所定走査線信号と右カメラからの右映像信号における所定走査線信号とを収集して前記合成映像信号を作成する工程を有することを特徴とする請求項 1 に記載の前方車両検出方法。

【請求項 3】 前記ステレオ動画像取得工程は、左カメラからの左映像信号における偶数走査線信号／奇数走査線信号／偶数走査線信号と右カメラからの右映像信号における奇数走査線信号／偶数走査線信号とを収集し、当該左映像信号の偶数走査線信号／奇数走査線信号／偶数走査線信号を前記合成映像信号における偶数走査線信号／奇数走査線信号／偶数走査線信号とすると共に当該右映像信号の奇数走査線信号／偶数走査線信号を当該合成映像信号における奇数走査線信号／偶数走査線信号として合成して当該合成映像信号を作成する工程を有することを特徴とする請求項 2 に記載の前方車両検出方法。

【請求項 4】 1／2 フレーム時間毎に奇数走査線信号／偶数走査線信号と偶数走査線信号／奇数走査線信号／偶数走査線信号とを分けて出力するインターレースモードで左カメラ及び右カメラが動作する場合、前記ステレオ動画像取得工程は、左カメラからの左映像信号と右カメラからの右映像信号とを前記 1／2 フレーム時間毎に交互に切り替えて収集して前記合成映像信号を作成する工程を有することを特徴とする請求項 2 に記載の前方車両検出方法。

【請求項 5】 前記合成映像信号が、前記右映像信号における奇数走査線信号／偶数走査線信号である 1／2 フレーム分を前記合成映像信号における 1／2 フレーム分の画像データとして用いると共に、前記左映像信号における偶数走査線信号／奇数走査線信号／偶数走査線信号である 1／2 フレーム分を当該合成映像信号における残りの 1／2 フレーム分の画像データとして用いて当該合成映像信号を合成する工程を有することを特徴とする請求項 4 に記載の前方車両検出方法。

【請求項 6】 走査線の交互に前記左映像信号と前記右映像信号と合成されて 1 フレームが構成された前記合成映像信号を単一のフレームメモリに記録する工程を有す

ることを特徴とする請求項 3 乃至 5 のいずれか一項に記載の前方車両検出方法。

【請求項 7】 前記フレームメモリに記録されている前記合成映像信号を読み出し、当該読み出された合成映像信号の 1 フレームを構成する走査線信号における奇数番目の走査線信号を分離して右画像情報を作成すると共に、当該走査線信号における偶数番目の走査線信号を分離して左画像情報を作成する左右画像分離取得工程を有することを特徴とする請求項 6 に記載の前方車両検出方法。

【請求項 8】 右画像情報及び左画像情報に対して前方車両検出にかかる監視領域を各々設定する工程を有することを特徴とする請求項 7 に記載の前方車両検出方法。

【請求項 9】 左カメラを用いて収集した左画像情報と右カメラを用いて収集した右画像情報を用いてステレオ式の画像処理を行って前方を走行している車両と自車両との距離を計測し危険な場合に警報を発生する前方車両検出方法において、

前記左画像情報において水平エッジ及び垂直エッジを分離して抽出すると共に、前記右画像情報において水平エッジ及び垂直エッジを分離して抽出する工程と、前工程に続いて、当該左画像情報において抽出された水平エッジ及び垂直エッジに対してエッジの細線化を行って左エッジ画像を作成すると共に、当該右画像情報において抽出された水平エッジ及び垂直エッジに対してエッジの細線化を行って右エッジ画像を作成する工程と、前工程に続いて、当該右エッジ画像／左エッジ画像から推定左エッジ画像／推定右エッジ画像を作成する工程と、前工程に続いて、水平エッジ、垂直エッジから各々独立して左エッジ画像／右エッジ画像と推定エッジ画像の差分画像を作成し、これらを合成して差分エッジ画像を作成する工程を含む前方車両抽出工程を有することを特徴とする前方車両検出方法。

【請求項 10】 前記前方車両抽出工程は、前記左画像情報において水平エッジ及び垂直エッジを分離して抽出すると共に、前記右画像情報において水平エッジ及び垂直エッジを分離して抽出する工程と、前工程に続いて、当該左画像情報において抽出された水平エッジ及び垂直エッジに対してエッジの細線化を行って左エッジ画像を作成すると共に、当該右画像情報において抽出された水平エッジ及び垂直エッジに対してエッジの細線化を行って右エッジ画像を作成するエッジ画像作成工程を含むことを特徴とする請求項 9 に記載の前方車両検出方法。

【請求項 11】 前記前方車両抽出工程は、前記右エッジ画像から左エッジ画像を推定する推定エッジ画像作成工程を含むことを特徴とする請求項 10 に記載の前方車両検出方法。

【請求項 12】 前記前方車両抽出工程は、前記推定左エッジ画像と前記左エッジ画像との水平エッジに対する差分演算を行って差分水平エッジを作成すると共に、当

10

20

30

40

50

該推定左エッジ画像と当該左エッジ画像との垂直エッジに対する差分演算を行って差分垂直エッジを作成する工程と、当該差分水平エッジと当該差分垂直エッジとを合成して差分エッジ画像を作成する工程を含む工程とを含むことを特徴とする請求項 1 1 に記載の前方車両検出方法。

【請求項 1 3】 前記前方車両抽出工程は、前記推定左エッジ画像と前記左エッジ画像との差分演算において前記差分水平エッジ及び前記差分垂直エッジを作成した残余画像のエッジ点の重心を算出する工程と、当該算出した重心を中心に全エッジの所定割合を含む窓を作成する工程とを含むことを特徴とする請求項 1 2 に記載の前方車両検出方法。

【請求項 1 4】 前記推定エッジ画像が、一方のカメラの画像情報が全て路面上の模様と仮定し、当該画像情報にかかるエッジ画像が他方のカメラを以て撮影された場合のエッジ画像を推定した画像情報であることを特徴とする請求項 9 乃至 1 3 のいずれか一項に記載の前方車両検出方法。

【請求項 1 5】 左カメラによって撮影される撮影画像である左現画像に前記窓を設定する工程と、右カメラによって撮影される撮影画像である右現画像上に対応する領域を設定する工程と、当該左現画像における窓と当該右現画像における窓との間の視差を算出する工程と、当該算出された視差に基づいて、前方を走行している車両と自車両との距離を算出する工程とを含む距離算出工程を有することを特徴とする請求項 1 1 乃至 1 4 のいずれか一項に記載の前方車両検出方法。

【請求項 1 6】 前記距離算出工程は、視差と距離の逆数との比例関係に基づいてあらかじめ算出した関係式を用いて前記左現画像における窓と前記右現画像における窓との間の視差を算出し、当該算出された視差に基づいて前記距離を算出することを特徴とする請求項 1 5 に記載の前方車両検出方法。

【請求項 1 7】 前記算出された距離に基づいて危険状態か否かを判定し、危険状態と判定した場合に警報信号を作成する工程を有することを特徴とする請求項 1 5 または 1 6 に記載の前方車両検出方法。

【請求項 1 8】 前記算出された距離に基づいて、前記警報信号を受けて警報を発生する工程を有することを特徴とする請求項 1 7 に記載の前方車両検出方法。

【請求項 1 9】 左カメラを用いて収集した左画像と右カメラを用いて収集した右画像を用いてステレオ式の画像処理を行って前方を走行している車両と自車両との距離を計測し危険な場合に警報を発生する車両前方監視システムにおいて、

光軸を自車両の進行方向ベクトルと平行に設置すると共に、車両上に路面から同じ高さで設けられた左右のカメラと、

左カメラ及び右カメラにおいて撮影を行うタイミングを

指示する同期信号を生成すると共に、少なくとも 1/2 フレーム時間に同期した切り替え信号を生成する同期信号発生器と、

前記同期信号に基づいて左カメラ及び右カメラを同期して同一時刻に左画像と右画像とを撮影して左画像と右画像との合成映像信号を作成する合成映像作成手段とを備えたステレオ動画取得装置を有することを特徴とする車両前方監視システム。

【請求項 2 0】 左カメラ及び右カメラの各々が奇数走査線信号/偶数走査線信号と偶数走査線信号/奇数走査線信号/偶数走査線信号とを出力する場合、前記ステレオ動画取得装置は、

左カメラからの左映像信号における所定走査線信号と右カメラからの右映像信号における所定走査線信号とを収集して前記合成映像信号を作成するように構成されていることを特徴とする請求項 1 9 に記載の車両前方監視システム。

【請求項 2 1】 前記ステレオ動画取得装置は、前記切り替え信号に同期して、左カメラからの左映像信号における偶数走査線信号/奇数走査線信号/偶数走査線信号と右カメラからの右映像信号における奇数走査線信号/偶数走査線信号とを収集し、当該左映像信号の偶数走査線信号/奇数走査線信号/偶数走査線信号を前記合成映像信号における偶数走査線信号/奇数走査線信号/偶数走査線信号とすると共に当該右映像信号の奇数走査線信号/偶数走査線信号を当該合成映像信号における奇数走査線信号/偶数走査線信号として合成して当該合成映像信号を作成するように構成されていることを特徴とする請求項 2 0 に記載の車両前方監視システム。

【請求項 2 2】 前記ステレオ動画取得装置は、1/2 フレーム時間毎に奇数走査線信号/偶数走査線信号と偶数走査線信号/奇数走査線信号/偶数走査線信号とを分けて出力するインターレースモードで左カメラ及び右カメラが動作する場合、インターレースにかかる前記切り替え信号に同期して、左カメラからの左映像信号と右カメラからの右映像信号とを前記 1/2 フレーム時間毎に交互に切り替えて収集して前記合成映像信号を作成するように構成されていることを特徴とする請求項 2 1 に記載の車両前方監視システム。

【請求項 2 3】 前記前記ステレオ動画取得装置は、前記切り替え信号に同期して、前記右映像信号における奇数走査線信号/偶数走査線信号である 1/2 フレーム分を前記合成映像信号における 1/2 フレーム分の画像データとして用いると共に、前記左映像信号における偶数走査線信号/奇数走査線信号/偶数走査線信号である 1/2 フレーム分を当該合成映像信号における残りの 1/2 フレーム分の画像データとして用いて当該合成映像信号を合成するように構成されていることを特徴とする請求項 2 2 に記載の車両前方監視システム。

【請求項 2 4】 走査線の交互に前記左映像信号と前記

右映像信号と合成されて1フレームが構成された前記合成画像信号を記録する単一のフレームメモリを有することを特徴とする請求項21乃至23のいずれか一項に記載の車両前方監視システム。

【請求項25】 前記フレームメモリに記録されている前記合成画像信号を読み出し、当該読み出された合成画像信号の1フレームを構成する走査線信号における奇数番目の走査線信号を分離して右画像情報を作成すると共に、当該走査線信号における偶数番目の走査線信号を分離して左画像情報を作成する左右画像分離取得手段と、右画像情報及び左画像情報に対して前方車両検出にかかる監視領域を各々設定する監視領域設定手段とを備えたデータ処理装置を有することを特徴とする請求項24に記載の車両前方監視システム。

【請求項26】 前記データ処理装置は、前記左画像情報において水平エッジ及び垂直エッジを分離して抽出すると共に、前記右画像情報において水平エッジ及び垂直エッジを分離して抽出し、当該左画像情報において抽出された水平エッジ及び垂直エッジに対してエッジの細線化を行って左エッジ画像を作成すると共に、当該右画像情報において抽出された水平エッジ及び垂直エッジに対してエッジの細線化を行って右エッジ画像を作成し、当該右エッジ画像から推定左エッジ画像を作成し、水平エッジ、垂直エッジから各々独立して左エッジ画像と推定エッジ画像の差分画像を作成し、これらを合成して差分エッジ画像を作成する前方車両抽出手段を有することを特徴とする請求項25に記載の車両前方監視システム。

【請求項27】 前記前方車両抽出手段は、前記左画像情報において水平エッジ及び垂直エッジを分離して抽出すると共に、前記右画像情報において水平エッジ及び垂直エッジを分離して抽出し、当該左画像情報において抽出された水平エッジ及び垂直エッジに対してエッジの細線化を行って左エッジ画像を作成すると共に、当該右画像情報において抽出された水平エッジ及び垂直エッジに対してエッジの細線化を行って右エッジ画像を作成して推定左エッジ画像／推定右エッジ画像を作成するエッジ画像作成部と、前記推定左エッジ画像／推定右エッジ画像と前記左エッジ画像／右エッジ画像との水平エッジに対する差分演算を行って差分水平エッジを作成すると共に、当該推定左エッジ画像／推定右エッジ画像と当該左エッジ画像／右エッジ画像との垂直エッジに対する差分演算を行って差分垂直エッジを作成し、当該差分水平エッジと当該差分垂直エッジとを合成して差分エッジ画像を作成する差分エッジ作成部と、前記推定左エッジ画像と前記左エッジ画像との差分演算において前記差分水平エッジ及び前記差分垂直エッジを作成した残余画像のエッジ点の重心を算出し、当該算出した重心を中心に全エッジの所定割合を含む窓を作成す

る窓作成部とを有することを特徴とする請求項25に記載の車両前方監視システム。

【請求項28】 前記データ処理装置は、左カメラによって撮影される撮影画像である左現画像に前記窓を設定し、右カメラによって撮影される撮影画像である右現画像上に対応する領域を設定し、当該左現画像における窓と当該右現画像における窓との間の視差を算出し、当該算出された視差に基づいて、前方を走行している車両と自車両との距離を算出する距離算出手段を有することを特徴とする請求項26または27に記載の車両前方監視システム。

【請求項29】 前記データ処理装置は、前記算出された距離に基づいて危険状態か否かを判定し、危険状態と判定した場合に警報信号を作成する判定手段を有することを特徴とする請求項28に記載の車両前方監視システム。

【請求項30】 前記データ処理装置は、前記算出された距離に基づいて、前記警報信号を受けて警報を発生する警報手段を有することを特徴とする請求項29に記載の車両前方監視システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ステレオ式の画像処理技術を応用した前方車両検出方法及び車両前方監視システムに関し、特に、左カメラを用いて収集した左画像と右カメラを用いて収集した右画像を用いてステレオ式の画像処理を行って前方を走行している車両と自車両との距離を計測し危険な場合に警報を発生する前方車両検出方法及び車両前方監視システムに関する。

【0002】

【従来の技術】年々、運転免許の取得者数は増加し、いまや全人口の半数以上が運転免許の保持者となっている。また、自動車の性能は飛躍的に向上し、道路交通網も非常に発展してきている。

【0003】このようなことから、自動車の利用頻度が非常に高くなってきており、その用途は毎日の通勤から、休日のレジャー、また、自動車の運転そのものがレジャーとなっている。そのため、今や、日本人にとって、自動車無しでは日常生活に支障をきたすまでの必要不可欠なものになっている。さらに、現代は運転者層の幅も広がり、女性や高齢者ドライバーの増加などに見られるように、誰もが気軽に、また頻繁に自動車を運転する時代となっている。

【0004】しかしながら、自動車を運転することが、誰にとっても身近なものになったからといって手放して喜べるわけではない。運転者の増加とともに、交通事故の増加という、ありがたくない副産物が生まれている。

【0005】ここ数年、約1万人の方が交通事故によりなくなっている。これは、最近の自動車の性能は向上しているが、安全性は、いまだ運転者の技量に大きく

依存しているためである。初心者のドライバーが自動車を正常に運転させることに気を取られているあまり、周囲への注意が散漫になって事故を起こしたり、また、熟練した運転者でも不注意なわき見運転や、疲労時の居眠り運転などで事故を起こしたりするなどということはよく耳にするものである。

【0006】しかしながら、同乗者がいて運転者と同様に周囲へ気を配っていただければ、このような事故も起こりにくいものである。しかし、同乗者がいたとしても常に安全に気を配っていただけているということは難しいことである、また、同乗者の指示が常に正確であるとも限らない。ときには危険な方向に導くこともあると考えられる。そのため、運転者以外に自車両周辺を監視し、運転者に危険な状況などの警告を与える運転補助システムの実用化というものへの期待が高まっている。

【0007】近年、このような背景から多方面で運転補助システムの研究・開発が行われてきている。その種類は、追突・衝突事故防止のために自車両の前方環境を認識する前方車両検出方法や、自動車が自車線内を正常走行するように道路環境を認識する前方車両検出方法など多岐にわたる。さらに最近では、無人走行車の開発なども昔のような夢物語ではなく、現実味を帯びてきたものとなっている。

【0008】その中でも実用化されているシステムとしては、レーザレーダを用いた前方車両検出方法がある。この前方車両検出方法は、走行中の車両から、前方車両に向けレーザを照射し、障害物にあたってはね返り、自車両に戻ってくるまでの時間から前方車両までの距離Dを計測するものである。

【0009】しかしながら、レーザレーダは、レーザの太さの関係などから、監視できる範囲が狭く、得られる情報も非常に少ないという欠点がある。さらに、カーブ走行時には、照射したレーザが前方車両にあたっても自車両に戻ってこないため、直線走行時にしか有効に機能しないという欠点がある。

【0010】そのため、最近においては、自車両に設置したカメラにより、自車両の前方の映像を撮像し、その画像を用いて前方監視を行う前方車両検出方法及び車両前方監視システム、すなわち、道路画像処理による前方車両検出方法及び車両前方監視システムが開示されている。

【0011】このような道路画像処理による前方車両検出方法及び車両前方監視システムでは、多方向の情報を取得でき、監視領域を広く取れるという利点がある。

【0012】しかしながら、走行環境などの認識したいものが3次元環境であるのに対し、1台のカメラしか用いない場合は得られる画像は一般的に2次元的なものであり、奥行き情報は消失してしまうという技術的課題があった。

【0013】このような技術的課題を解決するために、

ステレオ式の画像処理技術を応用して3次元情報を取得する前方車両検出方法及び車両前方監視システムとして、異なる視点からの複数枚の画像を用いて両眼立体視を行う技術が開示されている（以下の説明では、第1従来技術と呼ぶことにする）。

【0014】第1従来技術の前方車両検出方法及び車両前方監視システムは、左右の対になる画像間での着目画素の視差を求めることにより、3次元情報を取得することができるというものであり、画像処理の距離計測用の前方車両検出方法及び車両前方監視システムとして広く知られている。

【0015】しかしながら、異なる視点からの複数枚の画像を用いて両眼立体視を行う第1従来技術の前方車両検出方法及び車両前方監視システムでは、現在の画像処理技術では着目画素の視差を求めるのに煩雑な処理を要するという技術的課題があった。更に道路画像においても、回避の必要が無い路面表示などの情報に対してもその視差を算出するために多大の処理時間をかけなければならないという技術的課題があった。そのため、一般的に計算量が多く、リアルタイム処理（瞬時、瞬時に検出結果を出力することを可能とする処理）ないし、それに近い高速処理時間を要求される車両周辺監視（特に車両前方監視）には敬遠される傾向にあるという技術的課題もあった。

【0016】一方、このように計算量が多いといった課題を解決する従来技術としては、例えば、特開平7-250319号公報（発明の名称：車両周辺監視装置、出願日：1994年3月14日、出願人：矢崎総業株式会社）に示すような前方車両検出方法及び車両前方監視システムが開示されている（以下の説明では、第2従来技術と呼ぶことにする）。

【0017】すなわち、第2従来技術の車両周辺監視装置は、2台の撮影手段より得られた画像データに基づいて車両の周辺を監視する点は第1従来技術と同様であって、撮影手段から出力された一方画像信号に基づいて高さゼロと仮定して作成した投射画像を記録する一方のメモリと、投射画像を記録する他方のメモリと、一方のメモリの画像データと他方のメモリの他方画像データとの差により路面上の画像を除去する路面画像除去手段と、他方のメモリの水平方向の微分値と路面画像除去手段から出力される画像データから物体のエッジを検出する物体エッジ検出手段と、算出された位置に基づいて警告を出力する警告手段とを備えていた。

【0018】2台の撮影手段（カメラ）からの左映像信号及び右映像信号は、2台のフレームメモリにそれぞれ記録され、フレームメモリに記録された内容は路面画像除去手段に取り込まれ、衝突等の危険を検出した場合に警告手段によってドライバーに危険内容が警告されていた。撮像範囲を512画素×512画素程度に分割し、1画素の輝度を8ビット程度で記録するフレームメモリ

が一般的に用いられていた。

【0019】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、第1従来技術または第2従来技術の前方車両検出方法及び車両前方監視システムでは、2台のCCDカメラからの左映像信号及び右映像信号を記録する為にフレームメモリも2つ用意する必要がある。フレームメモリを2つ使用する場合、製造コストや設置スペース等の観点において優位性を主張することが難しいという技術的課題があった。

【0020】また、第1従来技術におけるリアルタイム処理の課題に対しては第2従来技術において解決手段が開示されているものの、更に高いリアルタイム処理性能や計算量の低減が要求され、多くの研究結果が発表されており、さらに研究余地が残されていると考えられ、目的に合ったリアルタイム処理が容易なアルゴリズムを備えた前方車両検出方法及び車両前方監視システムの開発が課題となっている。

【0021】本発明は、このような従来の問題点を解決することを課題としており、第1に、左カメラを用いて収集した左画像と右カメラを用いて収集した右画像を用いてステレオ式の画像処理を行って前方を走行している車両と自車両との距離を計測し危険な場合に警報を発生する前方車両検出方法において、左右のカメラを同期して同一時刻に左画像と右画像とを撮影して左画像と右画像との合成映像信号を作成する工程とを含むステレオ動画取得工程と、走査線の交互に左映像信号と右映像信号と合成されて1フレームが構成された合成映像信号を単一のフレームメモリに記録する工程と、フレームメモリに記録されている合成映像信号を読み出し読み出された合成映像信号の1フレームを構成する走査線信号における奇数番目の走査線信号を分離して右画像情報を作成すると共に走査線信号における偶数番目の走査線信号を分離して左画像情報を作成する左右画像分離取得工程と、左画像情報において水平エッジ及び垂直エッジを分離して抽出すると共に右画像情報において水平エッジ及び垂直エッジを分離して抽出する工程と前工程に続いて左画像情報において抽出された水平エッジ及び垂直エッジに対してエッジの細線化を行って左エッジ画像を作成すると共に右画像情報において抽出された水平エッジ及び垂直エッジに対してエッジの細線化を行って右エッジ画像を作成するエッジ画像作成工程と、右エッジ画像から左エッジ画像を推定する推定エッジ画像作成工程と、推定左エッジ画像と左エッジ画像との水平エッジに対する差分演算を行って差分水平エッジを作成すると共に推定左エッジ画像と左エッジ画像との垂直エッジに対する差分演算を行って差分垂直エッジを作成する工程と差分水平エッジと差分垂直エッジとを合成して差分エッジ画像を作成する工程を含む工程と推定左エッジ画像と左エッジ画像との差分演算において差分水平エッジ及び差分

垂直エッジを作成した残余画像のエッジ点の重心を算出する工程と、算出した重心を中心に全エッジの所定割合を含む窓を作成する工程とを含む前方車両抽出工程と、左カメラによって撮影される撮影画像である左現画像に窓を設定する工程と右カメラによって撮影される撮影画像である右現画像上に対応する領域を設定する工程と左現画像における窓と右現画像における窓との間の視差を算出する工程と算出された視差に基づいて前方を走行している車両と自車両との距離を算出する工程とを含む距離算出工程と、算出された距離に基づいて危険状態が否かを判定し危険状態と判定した場合に警報信号を作成する工程と、算出された距離に基づいて、警報信号を受けて警報を発生する工程とを有し、2台のカメラを用いて得られた自車両の前方の両眼道路画像を用いて、前方車両の検出を行い、高速に前方車両までの距離および相対速度を算出する方法により、2台のCCDカメラからの左映像信号及び右映像信号を共通のフレームメモリに記録でき、その結果、製造コストや設置スペースの面で優位性を主張することができる前方車両検出方法を提供することを目的としている。

【0022】更に、高いリアルタイム処理性能や計算量の低減が実現でき、使用目的に合ったリアルタイム処理が容易なアルゴリズムを備えた点で優位性を主張することができる前方車両検出方法を提供することを目的としている。

【0023】第2に、左カメラを用いて収集した左画像と右カメラを用いて収集した右画像を用いてステレオ式の画像処理を行って前方を走行している車両と自車両との距離を計測し危険な場合に警報を発生する車両前方監視システムにおいて、光軸を自車両の進行方向ベクトルと平行に設置すると共に車両上に路面から同じ高さで設けられた左右のカメラと左カメラ及び右カメラにおいて撮影を行うタイミングを指示する同期信号を生成すると共に少なくとも1/2フレーム時間に同期した切り替え信号を生成する同期信号発生器と同期信号に基づいて左カメラ及び右カメラを同期して同一時刻に左画像と右画像とを撮影して左画像と右画像との合成映像信号を作成する合成映像作成手段と、を備え切り替え信号に同期して左カメラからの左映像信号における偶数走査線信号/奇数走査線信号/偶数走査線信号と右カメラからの右映像信号における奇数走査線信号/偶数走査線信号とを収集し左映像信号の偶数走査線信号/奇数走査線信号/偶数走査線信号を合成映像信号における偶数走査線信号/奇数走査線信号/偶数走査線信号とすると共に右映像信号の奇数走査線信号/偶数走査線信号を合成映像信号における奇数走査線信号/偶数走査線信号として合成して合成映像信号を作成するように構成されているステレオ動画取得装置と、走査線の交互に左映像信号と右映像信号と合成されて1フレームが構成された合成映像信号を記録する単一のフレームメモリと、フレームメモリに

記録されている合成画像信号を読み出し読み出された合成画像信号の1フレームを構成する走査線信号における奇数番目の走査線信号を分離して右画像情報を作成すると共に走査線信号における偶数番目の走査線信号を分離して左画像情報を作成する左右画像分離取得手段と、右画像情報及び左画像情報に対して前方車両検出にかかる監視領域を各々設定する監視領域設定手段と、左画像情報において水平エッジ及び垂直エッジを分離して抽出すると共に右画像情報において水平エッジ及び垂直エッジを分離して抽出し左画像情報において抽出された水平エッジ及び垂直エッジに対してエッジの細線化を行って左エッジ画像を作成すると共に右画像情報において抽出された水平エッジ及び垂直エッジに対してエッジの細線化を行って右エッジ画像を作成し右エッジ画像から推定左エッジ画像を作成し水平エッジ、垂直エッジから各々独立して左エッジ画像と推定エッジ画像の差分画像を作成しこれらを合成して差分エッジ画像を作成する前方車両抽出手段と、左カメラによって撮影される撮影画像である左現画像に窓を設定し右カメラによって撮影される撮影画像である右現画像上に対応する領域を設定し左現画像における窓と右現画像における窓との間の視差を算出し算出された視差に基づいて前方を走行している車両と自車両との距離を算出する距離算出手段と、算出された距離に基づいて危険状態か否かを判定し危険状態と判定した場合に警報信号を作成する判定手段と、算出された距離に基づいて警報信号を受けて警報を発生する警報手段とを備え、2台のカメラを用いて得られた自車両の前方の両眼道路画像を用いて前方車両の検出を行い、高速に前方車両までの距離および相対速度を算出するデータ処理装置とを設けることにより、2台のCCDカメラからの左映像信号及び右映像信号を共通のフレームメモリに記録でき、その結果、製造コストや設置スペースの点で優位性を主張することができる車両前方監視システムを提供することを目的としている。

【0024】更に、高いリアルタイム処理性能や計算量の低減が実現でき、使用目的に合ったリアルタイム処理が容易なアルゴリズムを備えた点で優位性を主張することができる車両前方監視システムを提供することを目的としている。

【0025】

【課題を解決するための手段】請求項1に記載の発明は、左カメラ41Lを用いて収集した左画像と右カメラ41Rを用いて収集した右画像を用いてステレオ式の画像処理を行って前方を走行している車両と自車両20との距離を計測し危険な場合に警報を発生する前方車両検出方法において、左右のカメラを同期して同一時刻に左画像と右画像とを撮影して左画像と右画像との合成映像信号44aを作成する工程とを含むステレオ動画像取得工程を有して構成されている前方車両検出方法である。

【0026】請求項1に記載の発明に依れば、ステレオ

動画像取得工程を設け左右のカメラを同期して同一時刻に左画像と右画像とを撮影して左画像と右画像との合成映像信号44aを作成している。その結果、2台のCCDカメラから出力される左映像信号41Laと右映像信号41Raとは、お互いに同期しているので、合成映像作成工程によって合成することができる。同期信号43aにより左カメラ41L及び右カメラ41R同時刻に撮像動作を行うことができ、時速100km/h以上で走行中に落下物を検出する様な状況においても検出距離の誤差が大きく発生する可能性を回避することができ、撮像タイミングについても同期をとって高い検出精度を実現することができるといった効果を奏する。これに依り、使用目的に合った高い検出精度の前方監視処理が容易なアルゴリズムを備えた点で優位性を主張することができるようになる。

【0027】請求項2に記載の発明は、請求項1に記載の前方車両検出方法において、左カメラ41L及び右カメラ41Rの各々が奇数走査線信号/偶数走査線信号と偶数走査線信号/奇数走査線信号/偶数走査線信号とを出力する場合、前記ステレオ動画像取得工程は、左カメラ41Lからの左映像信号41Laにおける所定走査線信号と右カメラ41Rからの右映像信号41Raにおける所定走査線信号とを収集して前記合成映像信号44aを作成する工程を有して構成されている前方車両検出方法である。

【0028】請求項2に記載の発明に依れば、請求項1に記載の効果に加えて、ステレオ動画像取得工程を設け左カメラ41Lからの左映像信号41Laにおける所定走査線信号と右カメラ41Rからの右映像信号41Raにおける所定走査線信号とを収集して合成映像信号44aを作成している。その結果、従来に比べ撮像画像を記録するメモリー量を少なく設定でき、更に、高い検出精度及び高速処理性能を有するステレオ式の画像処理技術を応用した車両前方監視システム10を実現できるようになる。その結果、製造コストや設置スペースの点で優位性を主張することができるようになる。これに依り、使用目的に合った高い検出精度の前方監視処理が容易なアルゴリズムを備えた点で優位性を主張することができるようになる。

【0029】請求項3に記載の発明は、請求項2に記載の前方車両検出方法において、前記ステレオ動画像取得工程は、左カメラ41Lからの左映像信号41Laにおける偶数走査線信号/奇数走査線信号/偶数走査線信号と右カメラ41Rからの右映像信号41Raにおける奇数走査線信号/偶数走査線信号とを収集し、当該左映像信号41Laの偶数走査線信号/奇数走査線信号/偶数走査線信号を前記合成映像信号44aにおける偶数走査線信号/奇数走査線信号/偶数走査線信号とすると共に当該右映像信号41Raの奇数走査線信号/偶数走査線信号を当該合成映像信号44aにおける奇数走査線信号/偶数走

査線信号として合成して当該合成映像信号44aを作成する工程を有して構成されている前方車両検出方法である。

【0030】請求項3に記載の発明に依れば、請求項2に記載の効果に加えて、ステレオ動画像取得工程を設け左カメラ41Lからの左映像信号41Laにおける偶数走査線信号／奇数走査線信号／偶数走査線信号と右カメラ41Rからの右映像信号41Raにおける奇数走査線信号／偶数走査線信号とを収集し、また左映像信号41Laの偶数走査線信号／奇数走査線信号／偶数走査線信号を合成映像信号44aにおける偶数走査線信号／奇数走査線信号／偶数走査線信号とし、更に、右映像信号41Raの奇数走査線信号／偶数走査線信号を合成映像信号44aにおける奇数走査線信号／偶数走査線信号として合成して合成映像信号44aを作成している。その結果、従来に比べ撮像画像を記録するフレームメモリ45のメモリー量を偶数走査線本数と奇数走査線本数との和程度まで少なく設定できるようになる。また、距離算出に必要な視差は水平方向（走査線方向）であるので、従来の前方車両検出方法に比べても検出分解能が劣ることは無い。これに依り、使用目的に合った高い検出精度の前方監視処理が容易なアルゴリズムを備えた点で優位性を主張することができるようになる。その結果、フレームメモリ45のメモリー量に関する製造コストや設置スペースの点で優位性を主張することができるようになる。

【0031】請求項4に記載の発明は、請求項2に記載の前方車両検出方法において、1/2フレーム時間毎に奇数走査線信号／偶数走査線信号と偶数走査線信号／奇数走査線信号／偶数走査線信号とを分けて出力するインターレースモードで左カメラ41L及び右カメラ41Rが動作する場合、前記ステレオ動画像取得工程は、左カメラ41Lからの左映像信号41Laと右カメラ41Rからの右映像信号41Raとを前記1/2フレーム時間毎に交互に切り替えて収集して前記合成映像信号44aを作成する工程を有して構成されている前方車両検出方法である。

【0032】請求項4に記載の発明に依れば、請求項2に記載の効果に加えて、ステレオ動画像取得工程を設け左カメラ41Lからの左映像信号41Laにおける偶数走査線信号／奇数走査線信号／偶数走査線信号と右カメラ41Rからの右映像信号41Raにおける奇数走査線信号／偶数走査線信号とを収集し、また左映像信号41Laの偶数走査線信号／奇数走査線信号／偶数走査線信号を合成映像信号44aにおける偶数走査線信号／奇数走査線信号／偶数走査線信号とし、更に、右映像信号41Raの奇数走査線信号／偶数走査線信号を合成映像信号44aにおける奇数走査線信号／偶数走査線信号として合成して合成映像信号44aを作成している。その結果、従来に比べ撮像画像を記録するフレームメモリ45のメモリー量を1/2フレーム分の偶数走査線本数と1/2フ

ーム分の奇数走査線本数との和程度まで少なく設定でき、フレームメモリ45の容量を従来より半分程度に低減できるようになる。また、距離算出に必要な視差は水平方向（走査線方向）であるので、従来の前方車両検出方法に比べても検出分解能が劣ることは無い。これに依り、使用目的に合った高い検出精度の前方監視処理が容易なアルゴリズムを備えた点で優位性を主張することができるようになる。その結果、フレームメモリ45のメモリー量に関する製造コストや設置スペースの点で優位性を主張することができるようになる。

【0033】請求項5に記載の発明は、請求項4に記載の前方車両検出方法において、前記合成映像信号44aが、前記右映像信号41Raにおける奇数走査線信号／偶数走査線信号である1/2フレーム分を前記合成映像信号44aにおける1/2フレーム分の画像データとして用いると共に、前記左映像信号41Laにおける偶数走査線信号／奇数走査線信号／偶数走査線信号である1/2フレーム分を当該合成映像信号44aにおける残りの1/2フレーム分の画像データとして用いて当該合成映像信号44aを合成する工程を有して構成されている前方車両検出方法である。

【0034】請求項5に記載の発明に依れば、請求項4に記載の効果に加えて、ステレオ動画像取得工程を設け右映像信号41Raにおける奇数走査線信号／偶数走査線信号である1/2フレーム分を合成映像信号44aにおける1/2フレーム分の画像データとして用いると共に、左映像信号41Laにおける偶数走査線信号／奇数走査線信号／偶数走査線信号である1/2フレーム分を合成映像信号44aにおける残りの1/2フレーム分の画像データとして用いて合成映像信号44aを作成している。その結果、従来に比べ撮像画像を記録するフレームメモリ45のメモリー量を1/2フレーム分の偶数走査線本数と1/2フレーム分の奇数走査線本数との和程度まで少なく設定でき、フレームメモリ45の容量を従来より半分程度に低減できるようになる。また、距離算出に必要な視差は水平方向（走査線方向）であるので、従来の前方車両検出方法に比べても検出分解能が劣ることは無い。これに依り、使用目的に合った高い検出精度の前方監視処理が容易なアルゴリズムを備えた点で優位性を主張することができるようになる。その結果、フレームメモリ45のメモリー量に関する製造コストや設置スペースの点で優位性を主張することができるようになる。

【0035】請求項6に記載の発明は、請求項3乃至5のいずれか一項に記載の前方車両検出方法において、走査線の交互に前記左映像信号41Laと前記右映像信号41Raと合成されて1フレームが構成された前記合成画像信号を単一のフレームメモリ45に記録する工程を有して構成されている前方車両検出方法である。

【0036】請求項6に記載の発明に依れば、請求項3

乃至5のいずれか一項に記載の効果に加えて、このような工程を設けることに依り、フレーム分の合成映像信号44aを単一のフレームメモリ45に記録している。その結果、フレームメモリ45の共有化が可能となり、従来に比べ撮像画像を記録するフレームメモリ45のメモリー量を1/2フレーム分の偶数走査線本数と1/2フレーム分の奇数走査線本数との和程度まで少なく設定でき、フレームメモリ45の容量を従来より半分程度に低減できるようになる。また、フレームメモリ45の共有化を図っても、距離算出に必要な視差は水平方向（走査線方向）であるので、従来の前方車両検出方法に比べても検出分解能が劣ることは無い。これに依り、使用目的に合った高い検出精度の前方監視処理が容易なアルゴリズムを備えた点で優位性を主張することができるようになる。その結果、フレームメモリ45の共有化に起因するフレームメモリ45のメモリー量に関する製造コストや設置スペースの点で優位性を主張することができるようになる。

【0037】請求項7に記載の発明は、請求項6に記載の前方車両検出方法において、前記フレームメモリ45に記録されている前記合成画像信号を読み出し、当該読み出された合成画像信号の1フレームを構成する走査線信号における奇数番目の走査線信号を分離して右画像情報31aを作成すると共に、当該走査線信号における偶数番目の走査線信号を分離して左画像情報31bを作成する左右画像分離取得工程を有して構成されている前方車両検出方法である。

【0038】請求項7に記載の発明に依れば、請求項6に記載の効果に加えて、共有化されているフレームメモリ45内に記録されている偶数番目の走査線信号のものと奇数番目の走査線信号のものとに分離することにより、水平方向に垂直方向の倍の解像度を持つ右画像情報31aと左画像情報31bとの2枚で1組の両眼画像を動画像として得ることできるようになるといった効果を奏する。また、距離算出に必要な視差は水平方向（走査線方向）であるので、右画像情報31aと左画像情報31bは従来の前方車両検出方法に比べても検出分解能が劣ることは無い。これに依り、使用目的に合った高い検出精度の前方監視処理が容易なアルゴリズムを備えた点で優位性を主張することができるようになる。その結果、フレームメモリ45の共有化に起因するフレームメモリ45のメモリー量に関する製造コストや設置スペースの点で優位性を主張することができるようになる。

【0039】請求項8に記載の発明は、請求項7に記載の前方車両検出方法において、右画像情報31a及び左画像情報31bに対して前方車両21検出にかかる監視領域32aを各々設定する工程を有して構成されている前方車両検出方法である。

【0040】請求項8に記載の発明に依れば、請求項7に記載の効果に加えて、監視領域設定工程を設けること

に依り、あらかじめこれらの映像信号を排除し、かつ前方車両21を含むような監視領域32aを設定できるようになる。自車両20の前方を右カメラ41Rや左カメラ41Lにより撮像した場合に、回避の必要のない測距不要な映像信号である空、木や建物などの映像信号（画像情報）を左映像信号41Laや右映像信号41Raの中から除去できるようになる。これにより、回避の必要のない測距不要な映像信号を排除し、回避が必要で測距を要する映像信号（画像情報）のみを残すことにより処理時間の短縮を計ることができるようになるといった効果を奏する。

【0041】前工程に続いて、当該右エッジ画像／左エッジ画像から推定左エッジ画像／推定右エッジ画像を作成する工程と、前工程に続いて、水平エッジ、垂直エッジから各々独立して左エッジ画像／右エッジ画像と推定エッジ画像の差分画像を作成し、これらを合成して差分エッジ画像を作成する工程を含む前方車両抽出工程を有することを特徴とする前方車両検出方法。請求項9に記載の発明は、左カメラ41Lを用いて収集した左画像情報31bと右カメラ41Rを用いて収集した右画像情報31aを用いてステレオ式の画像処理を行って前方を走行している車両と自車両20との距離を計測し危険な場合に警報を発生する前方車両検出方法において、前記左画像情報31bにおいて水平エッジ及び垂直エッジを分離して抽出すると共に、前記右画像情報31aにおいて水平エッジ及び垂直エッジを分離して抽出する工程と、前工程に続いて、当該左画像情報31bにおいて抽出された水平エッジ及び垂直エッジに対してエッジの細線化を行って左エッジ画像33ALを作成すると共に、当該右画像情報31aにおいて抽出された水平エッジ及び垂直エッジに対してエッジの細線化を行って右エッジ画像33ARを作成する工程と、前工程に続いて、当該右エッジ画像33AR／左エッジ画像33ALから推定左エッジ画像33EL／推定右エッジ画像33ERを作成する工程と、前工程に続いて、水平エッジ、垂直エッジから各々独立して左エッジ画像33AL／右エッジ画像33ARと推定エッジ画像33Eの差分画像33Dを作成し、これらを合成して差分エッジ画像334cを作成する工程を含む前方車両抽出工程を有して構成されている前方車両検出方法である。

【0042】請求項9に記載の発明に依れば、前方車両抽出工程を設けることに依り、人為的に画像処理を用いて作成した推定エッジ画像33Eと実際に撮像された左エッジ画像33ALとを比較する差分画像33D処理を行うことにより、同一平面上にある路面34だけを消去し、それよりも高い場所にある前方車両21を残すことができるようになる。また、路面34から高さのある被測距対象のエッジを従来より、より多く残すことができるようになる。更に、画面全体に本前方車両検出方法を適用した場合、前方車両21領域の抽出エッジ量にはか

なり差が現れることになる。これにより、後処理におけるエッジの重心点算出、重心点を中心に全エッジの8割を含む窓336aを作成して、それを前方車両21領域と推定する際の推定確度をより向上させることができるようになるといった効果を奏する。その結果、使用目的に合った高い検出精度の前方監視処理が容易なアルゴリズムを備えた点で優位性を主張することができるようになる。

【0043】請求項10に記載の発明は、請求項9に記載の前方車両検出方法において、前記前方車両抽出工程は、前記左画像情報31bにおいて水平エッジ及び垂直エッジを分離して抽出すると共に、前記右画像情報31aにおいて水平エッジ及び垂直エッジを分離して抽出する工程と、前工程に続いて、当該左画像情報31bにおいて抽出された水平エッジ及び垂直エッジに対してエッジの細線化を行って左エッジ画像33ALを作成すると共に、当該右画像情報31aにおいて抽出された水平エッジ及び垂直エッジに対してエッジの細線化を行って右エッジ画像33ARを作成するエッジ画像作成工程を含んで構成されている前方車両検出方法である。

【0044】請求項10に記載の発明に依れば、請求項9に記載の効果に加えて、エッジ画像作成工程を設けることに依り、路面34から高さのある被測距対象（前方車両21等）のエッジを差分画像33D処理してできるだけ残し、路面34上エッジを差分画像33D処理して可能な限り消去できるようになる。すなわち、路面34からの高さがあり本来残したい水平エッジと垂直エッジの重なり部分、及び垂直エッジと水平エッジの重なり部分を差分画像33D処理して従来よりもより多く高い精度で残すことが可能となる。その結果、前方車両21領域の抽出エッジ量にはかなり差が現れることになる。これにより後処理におけるエッジの重心点算出、重心点を中心に全エッジの8割を含む窓336aを作成してそれを前方車両21領域と推定する際の推定確度をより向上させることができるようになる。これに依り、使用目的に合った高い検出精度の前方監視処理が容易なアルゴリズムを備えた点で優位性を主張することができるようになる。

【0045】請求項11に記載の発明は、請求項10に記載の前方車両検出方法において、前記前方車両抽出工程は、前記右エッジ画像33ARから左エッジ画像33ALを推定する推定エッジ画像作成工程を含んで構成されている前方車両検出方法である。

【0046】請求項11に記載の発明に依れば、請求項10に記載の効果に加えて、推定エッジ画像作成工程を設けることに依り、左画像情報31b、右画像情報31aともに水平エッジ、垂直エッジを分離して抽出したエッジ画像を作成し、エッジの細線化したエッジ画像を作成した後、右エッジ画像33ARから推定エッジ画像33Eを作成し、推定エッジ画像33Eと左エッジ画像3

3ALの差分水平エッジ334a、差分垂直エッジ334bを水平エッジ、垂直エッジそれぞれ分けて作成し、その後、差分水平エッジ334aと差分垂直エッジ334bを合成して差分エッジ画像334cの差分水平エッジ334a、差分垂直エッジ334bとすることができるようになる。また推定エッジ画像33Eでは、路面34から同じ高さにある路面34標示だけが実際に左カメラ41Lによって撮像された左エッジ画像33ALと等しい画像となり、前方車両21などの路面34よりも高い位置にある物は実際の左エッジ画像33ALと等しい画像とはならないようにできる。実際に撮像された左エッジ画像33ALから推定エッジ画像33Eとの共通部分を消去すると、同じ高さにある路面34（走行車線の路面34）や路面34標示（例えば、白線や速度制限表示）などは左エッジ画像33ALから消去され、路面34よりも高い位置に存在する前方車両21の画素だけを左エッジ画像33ALに残すことができるようになり、最終的に、左エッジ画像33ALにおいて残った画素を前方車両21の候補画素として距離を算出できるようになるといった効果を奏する。

【0047】請求項12に記載の発明は、請求項11に記載の前方車両検出方法において、前記前方車両抽出工程は、前記推定左エッジ画像33ELと前記左エッジ画像33ALとの水平エッジに対する差分演算を行って差分水平エッジ334aを作成すると共に、当該推定左エッジ画像33ELと当該左エッジ画像33ALとの垂直エッジに対する差分演算を行って差分垂直エッジ334bを作成する工程と、当該差分水平エッジ334aと当該差分垂直エッジ334bとを合成して差分エッジ画像334cを作成する工程とを含んで構成されている前方車両検出方法である。

【0048】請求項12に記載の発明に依れば、請求項11に記載の効果に加えて、差分エッジ画像334cを作成する工程を設けることに依り、左画像情報31b、右画像情報31aともに水平エッジ、垂直エッジを分離して抽出したエッジ画像を作成し、エッジの細線化したエッジ画像を作成した後、右エッジ画像33ARから推定エッジ画像33Eを作成し、推定エッジ画像33Eと左エッジ画像33ALの差分水平エッジ334a、差分垂直エッジ334bを水平エッジ、垂直エッジそれぞれ分けて作成し、その後、差分水平エッジ334aと差分垂直エッジ334bを合成して差分エッジ画像334cの差分水平エッジ334a、差分垂直エッジ334bとすることができるようになる。これに依り、使用目的に合った高い検出精度の前方監視処理が容易なアルゴリズムを備えた点で優位性を主張することができるようになる。

【0049】請求項13に記載の発明は、請求項12に記載の前方車両検出方法において、前記前方車両抽出工程は、前記推定左エッジ画像33ELと前記左エッジ画像33ALとの差分演算において前記差分水平エッジ3

3 4a及び前記差分垂直エッジ3 3 4bを作成した残余画像のエッジ点の重心を算出する工程と、当該算出した重心を中心に全エッジの所定割合を含む窓3 3 6aを作成する工程とを含んで構成されている前方車両検出方法である。

【0050】請求項13に記載の発明に依れば、請求項12に記載の効果に加えて、窓3 3 6aを作成する工程を設けることに依り、路面3 4から高さのある被測距対象のエッジを従来よりもより多く残すことが可能となる。更に、前方車両2 1領域の抽出エッジ量にかなりの差を持たせることができるようになる。これに依り、後処理におけるエッジの重心点算出、重心点を中心に全エッジの8割を含む窓3 3 6aを作成して、それを前方車両2 1領域と推定する際の推定確度の向上を図ることができるようになるといった効果を奏する。これに依り、使用目的に合った高い検出精度の前方監視処理が容易なアルゴリズムを備えた点で優位性を主張することができるようになる。

【0051】請求項14に記載の発明は、前記推定エッジ画像3 3 Eが、一方のカメラの画像情報が全て路面3 4上の模様と仮定し、当該画像情報にかかるエッジ画像が他方のカメラを以て撮影された場合のエッジ画像を推定した画像情報であることを特徴とする請求項9乃至13のいずれか一項に記載の前方車両検出方法である。

【0052】請求項14に記載の発明に依れば、請求項9乃至13のいずれか一項に記載の効果と同様の効果を奏する。

【0053】請求項15に記載の発明は、請求項11乃至14のいずれか一項に記載の前方車両検出方法において、左カメラ4 1Lによって撮影される撮影画像である左現画像に前記窓3 3 6aを設定する工程と、右カメラ4 1Rによって撮影される撮影画像である右現画像上に対応する領域を設定する工程と、当該左現画像における窓3 3 6aと当該右現画像における窓3 3 6aとの間の視差を算出する工程と、当該算出された視差に基づいて、前方を走行している車両と自車両2 0との距離を算出する工程とを含む距離算出工程を有して構成されている前方車両検出方法である。

【0054】請求項15に記載の発明に依れば、請求項11乃至14のいずれか一項に記載の効果に加えて、距離算出工程を設けることに依り、左現画像における窓3 3 6aと右現画像における窓3 3 6aとの間の視差を求め、その視差の値から被測距対象までの絶対的な距離を高精度でかつ高速に求めることができるようになる。これに依り、使用目的に合った高い検出精度、高速処理の前方監視処理が容易なアルゴリズムを備えた点で優位性を主張することができるようになる。

【0055】請求項16に記載の発明は、請求項15に記載の前方車両検出方法において、前記距離算出工程は、視差と距離の逆数との比例関係に基づいてあらかじめ

め算出した関係式を用いて前記左現画像における窓3 3 6aと前記右現画像における窓3 3 6aとの間の視差を算出し、当該算出された視差に基づいて前記距離を算出するように構成されているのである。

【0056】請求項16に記載の発明に依れば、請求項15に記載の効果に加えて、距離算出工程を設けることに依り、あらかじめ算出した関係式を用いて左現画像における窓3 3 6aと前記右現画像における窓3 3 6aとの間の視差を算出して距離を算出できるので、視差の値から被測距対象までの絶対的な距離を高精度でかつ高速に求めることができるようになる。これに依り、使用目的に合った高い検出精度、高速処理の前方監視処理が容易なアルゴリズムを備えた点で優位性を主張することができるようになる。

【0057】請求項17に記載の発明は、請求項15または16に記載の前方車両検出方法において、前記算出された距離に基づいて危険状態か否かを判定し、危険状態と判定した場合に警報信号3 6 aを作成する工程を有して構成されている前方車両検出方法である。

【0058】請求項17に記載の発明に依れば、請求項15または16に記載の効果に加えて、警報信号3 6 aを作成する工程を設けることに依り、高速且つ高精度に算出された距離に基づいて危険状態か否かを高速且つ高精度に判定できるようになるといった効果を奏する。これに依り、使用目的に合った高い検出精度、高速処理の前方監視処理が容易なアルゴリズムを備えた点で優位性を主張することができるようになる。

【0059】請求項18に記載の発明は、請求項17に記載の前方車両検出方法において、前記算出された距離に基づいて、前記警報信号3 6 aを受けて警報を発生する工程を有して構成されている前方車両検出方法である。

【0060】請求項18に記載の発明に依れば、請求項17に記載の効果に加えて、警報を発生する工程を設けることに依り、高速且つ高精度の警報を発生することができるようになる。これに依り、使用目的に合った高い検出精度、高速処理の前方監視処理が容易なアルゴリズムを備えた点で優位性を主張することができるようになる。

【0061】請求項19に記載の発明は、左カメラ4 1Lを用いて収集した左画像と右カメラ4 1Rを用いて収集した右画像を用いてステレオ式の画像処理を行って前方を走行している車両と自車両2 0との距離を計測し危険な場合に警報を発生する車両前方監視システムにおいて、光軸を自車両2 0の進行方向ベクトルと平行に設置すると共に、車両上に路面3 4から同じ高さで設けられた左右のカメラと、左カメラ4 1L及び右カメラ4 1Rにおいて撮影を行うタイミングを指示する同期信号4 3 aを生成すると共に、少なくとも1/2フレーム時間に同期した切り替え信号4 3 bを生成する同期信号発生器4

3と、前記同期信号43aに基づいて左カメラ41L及び右カメラ41Rを同期して同一時刻に左画像と右画像とを撮影して左画像と右画像との合成映像信号44aを作成する合成映像作成手段44とを備えたステレオ動画像取得装置40を有して構成されている車両前方監視システム10である。

【0062】請求項19に記載の発明に依れば、請求項1に記載の効果に加えて、左カメラ41L（右カメラ41R）のカメラから得られる画像がすべて路面34と等しい高さにある場合、画像中のすべての画素を視差の値だけ走査線方向に移動させると右カメラ41R（左カメラ41L）により撮像された画像と同等の画像の作成が可能となる。

【0063】請求項20に記載の発明は、請求項19に記載の車両前方監視システム10において、左カメラ41L及び右カメラ41Rの各々が奇数走査線信号／偶数走査線信号と偶数走査線信号／奇数走査線信号／偶数走査線信号とを出力する場合、前記ステレオ動画像取得装置40は、左カメラ41Lからの左映像信号41Laにおける所定走査線信号と右カメラ41Rからの右映像信号41Raにおける所定走査線信号とを収集して前記合成映像信号44aを作成するように構成されている車両前方監視システム10である。

【0064】請求項20に記載の発明に依れば、請求項2に記載の効果と同様の効果を奏する。

【0065】請求項21に記載の発明は、請求項20に記載の車両前方監視システム10において、前記ステレオ動画像取得装置40は、前記切り替え信号43bに同期して、左カメラ41Lからの左映像信号41Laにおける偶数走査線信号／奇数走査線信号／偶数走査線信号と右カメラ41Rからの右映像信号41Raにおける奇数走査線信号／偶数走査線信号とを収集し、当該左映像信号41Laの偶数走査線信号／奇数走査線信号／偶数走査線信号を前記合成映像信号44aにおける偶数走査線信号／奇数走査線信号／偶数走査線信号とすると共に当該右映像信号41Raの奇数走査線信号／偶数走査線信号を当該合成映像信号44aにおける奇数走査線信号／偶数走査線信号として合成して当該合成映像信号44aを作成するように構成されている車両前方監視システム10である。

【0066】請求項21に記載の発明に依れば、請求項3に記載の効果と同様の効果を奏する。

【0067】請求項22に記載の発明は、請求項21に記載の車両前方監視システム10において、前記ステレオ動画像取得装置40は、1／2フレーム時間毎に奇数走査線信号／偶数走査線信号と偶数走査線信号／奇数走査線信号／偶数走査線信号とを分けて出力するインターレースモードで左カメラ41L及び右カメラ41Rが動作する場合、インターレースにかかる前記切り替え信号43bに同期して、左カメラ41Lからの左映像信号41L

aと右カメラ41Rからの右映像信号41Raとを前記1／2フレーム時間毎に交互に切り替えて収集して前記合成映像信号44aを作成するように構成されている車両前方監視システム10である。

【0068】請求項22に記載の発明に依れば、請求項4に記載の効果と同様の効果を奏する。

【0069】請求項23に記載の発明は、請求項22に記載の車両前方監視システム10において、前記前記ステレオ動画像取得装置40は、前記切り替え信号43bに同期して、前記右映像信号41Raにおける奇数走査線信号／偶数走査線信号である1／2フレーム分を前記合成映像信号44aにおける1／2フレーム分の画像データとして用いると共に、前記左映像信号41Laにおける偶数走査線信号／奇数走査線信号／偶数走査線信号である1／2フレーム分を当該合成映像信号44aにおける残りの1／2フレーム分の画像データとして用いて当該合成映像信号44aを合成するように構成されている車両前方監視システム10である。

【0070】請求項23に記載の発明に依れば、請求項5に記載の効果と同様の効果を奏する。

【0071】請求項24に記載の発明は、請求項21乃至23のいずれか一項に記載の車両前方監視システム10において、走査線の交互に前記左映像信号41Laと前記右映像信号41Raと合成されて1フレームが構成された前記合成画像信号を記録する単一のフレームメモリ45を有して構成されている車両前方監視システム10である。

【0072】請求項24に記載の発明に依れば、請求項6に記載の効果と同様の効果を奏する。

【0073】請求項25に記載の発明は、請求項24に記載の車両前方監視システム10において、前記フレームメモリ45に記録されている前記合成画像信号を読み出し、当該読み出された合成画像信号の1フレームを構成する走査線信号における奇数番目の走査線信号を分離して右画像情報31aを作成すると共に、当該走査線信号における偶数番目の走査線信号を分離して左画像情報31bを作成する左右画像分離取得手段31と、右画像情報31a及び左画像情報31bに対して前方車両21検出にかかる監視領域32aを各々設定する監視領域設定手段32とを備えたデータ処理装置30を有して構成されている車両前方監視システム10である。

【0074】請求項25に記載の発明に依れば、請求項7に記載の効果と同様の効果を奏する。

【0075】請求項26に記載の発明は、請求項25に記載の車両前方監視システム10において、前記データ処理装置30は、前記左画像情報31bにおいて水平エッジ及び垂直エッジを分離して抽出すると共に、前記右画像情報31aにおいて水平エッジ及び垂直エッジを分離して抽出し、当該左画像情報31bにおいて抽出された水平エッジ及び垂直エッジに対してエッジの細線化を

行って左エッジ画像33ALを作成すると共に、当該右画像情報31aにおいて抽出された水平エッジ及び垂直エッジに対してエッジの細線化を行って右エッジ画像33ARを作成し、当該右エッジ画像33ARからエッジ画像33Eとしての推定左エッジ画像33ELを作成し、水平エッジ、垂直エッジから各々独立して左エッジ画像33ALと推定エッジ画像33Eの差分画像33Dを作成し、これらを合成して差分エッジ画像334cを作成する前方車両抽出手段33を有して構成されている車両前方監視システム10である。

【0076】請求項26に記載の発明に依れば、請求項9に記載の効果と同様の効果を奏する。

【0077】請求項27に記載の発明は、請求項25に記載の車両前方監視システム10において、前記前方車両抽出手段33は、前記左画像情報31bにおいて水平エッジ及び垂直エッジを分離して抽出すると共に、前記右画像情報31aにおいて水平エッジ及び垂直エッジを分離して抽出し、当該左画像情報31bにおいて抽出された水平エッジ及び垂直エッジに対してエッジの細線化を行って左エッジ画像33ALを作成すると共に、当該右画像情報31aにおいて抽出された水平エッジ及び垂直エッジに対してエッジの細線化を行って右エッジ画像33ARを作成して推定左エッジ画像33EL／推定右エッジ画像を作成するエッジ画像作成部332と、前記推定左エッジ画像33ELと前記左エッジ画像33ALとの水平エッジに対する差分演算を行って差分水平エッジ334aを作成すると共に、当該推定左エッジ画像33EL／推定右エッジ画像33ERと当該左エッジ画像33AL／右エッジ画像33ARとの垂直エッジに対する差分演算を行って差分垂直エッジ334bを作成し、当該差分水平エッジ334aと当該差分垂直エッジ334bとを合成して差分エッジ画像334cを作成する差分エッジ作成部334と、前記推定左エッジ画像33EL／推定右エッジ画像33ERと前記左エッジ画像33AL／右エッジ画像33ARとの差分演算において前記差分水平エッジ334a及び前記差分垂直エッジ334bを作成した残余画像のエッジ点の重心を算出し、当該算出した重心を中心に全エッジの所定割合を含む窓336aを作成する窓作成部336とを有して構成されている車両前方監視システム10である。

【0078】請求項27に記載の発明に依れば、請求項11乃至13のいずれか一項に記載の効果と同様の効果を奏する。

【0079】請求項28に記載の発明は、請求項26または27に記載の車両前方監視システム10において、前記データ処理装置30は、左カメラ41Lによって撮影される撮影画像である左現画像に前記窓336aを設定し、右カメラ41Rによって撮影される撮影画像である右現画像上に対応する領域を設定し、当該左現画像における窓336aと当該右現画像における窓336aとの間の

視差を算出し、当該算出された視差に基づいて、前方を走行している車両と自車両20との距離を算出する距離算出手段35を有して構成されている車両前方監視システム10である。

【0080】請求項28に記載の発明に依れば、請求項15または16に記載の効果と同様の効果を奏する。

【0081】請求項29に記載の発明は、請求項28に記載の車両前方監視システム10において、前記データ処理装置30は、前記算出された距離に基づいて危険状態か否かを判定し、危険状態と判定した場合に警報信号36aを作成する判定手段36を有して構成されている車両前方監視システム10である。

【0082】請求項29に記載の発明に依れば、請求項17に記載の効果と同様の効果を奏する。

【0083】請求項30に記載の発明は、請求項29に記載の車両前方監視システム10において、前記データ処理装置30は、前記算出された距離に基づいて、前記警報信号36aを受けて警報を発生する警報手段37を有して構成されている車両前方監視システム10である。

【0084】請求項30に記載の発明に依れば、請求項20に記載の効果と同様の効果を奏する。

【0085】

【発明の実施の形態】以下、図面に基づき本発明の一実施形態を説明する。

【0086】本実施形態の車両前方監視システム10は、左カメラ41Lを用いて収集した左画像と右カメラ41Rを用いて収集した右画像を用いてステレオ式の画像処理を行って前方を走行している車両と自車両20との距離を計測し危険な場合に警報を発生する機能を有し、図1に示すデータ処理装置30と図2に示すステレオ動画像取得装置40と単一のフレームメモリ45を中心にして構成されている。

【0087】図1は、本発明の車両前方監視システム10を構成するデータ処理装置30の一実施形態を説明するための機能ブロック図である。

【0088】図1に示すデータ処理装置30は、左右画像分離取得手段31と監視領域設定手段32と前方車両抽出手段33と距離算出手段35と判定手段36と警報手段37とを中心にして構成されている。

【0089】図1に示す左右画像分離取得手段31は、後述する左右画像分離取得工程を実行するものであって、フレームメモリ45に記録されている合成画像信号を読み出し、読み出された合成画像信号の1フレームを構成する走査線信号における奇数番目の走査線信号を分離して右画像情報31aを作成すると同時に、走査線信号における偶数番目の走査線信号を分離して左画像情報31bを作成する機能を有している。

【0090】図1に示す監視領域設定手段32は、後述する監視領域設定工程を実行するものであって、右画像

情報 3 1 a 及び左画像情報 3 1 b に対して前方車両 2 1 検出に関する監視領域 3 2 a を各々設定する機能を有し、マイクロコンピュータを中心にして構成されていることが望ましい。

【0091】図 1 に示す前方車両抽出手段 3 3 は、後述する前方車両抽出工程を実行するものであって、左画像情報 3 1 b において水平エッジ及び垂直エッジを分離して抽出すると同時に、右画像情報 3 1 a において水平エッジ及び垂直エッジを分離して抽出し、左画像情報 3 1 b において抽出された水平エッジ及び垂直エッジに対してエッジの細線化を行って左エッジ画像 3 3 AL を作成すると同時に、右画像情報 3 1 a において抽出された水平エッジ及び垂直エッジに対してエッジの細線化を行って右エッジ画像 3 3 AR を作成し、右エッジ画像 3 3 AR からエッジ画像 3 3 E としての推定左エッジ画像 3 3 EL を作成し、水平エッジ、垂直エッジから各々独立して左エッジ画像 3 3 AL と推定エッジ画像 3 3 E の差分画像 3 3 D を作成し、これらを合成して差分エッジ画像 3 3 4c を作成する機能を有し、エッジ画像作成部 3 3 2 と差分エッジ作成部 3 3 4 と窓作成部 3 3 6 とを中心にして構成され、前述のマイクロプロセッサで実行されている。

【0092】図 1 に示すエッジ画像作成部 3 3 2 は、後述するエッジ画像作成工程を実行するものであって、左画像情報 3 1 b において水平エッジ及び垂直エッジを分離して抽出すると同時に、右画像情報 3 1 a において水平エッジ及び垂直エッジを分離して抽出し、左画像情報 3 1 b において抽出された水平エッジ及び垂直エッジに対してエッジの細線化を行って左エッジ画像 3 3 AL を作成すると同時に、右画像情報 3 1 a において抽出された水平エッジ及び垂直エッジに対してエッジの細線化を行って右エッジ画像 3 3 AR を作成してエッジ画像 3 3 E としての推定左エッジ画像 3 3 EL を作成する機能を有し、前述のマイクロプロセッサで実行されている。

【0093】図 1 に示す差分エッジ作成部 3 3 4 は、後述する差分エッジ画像 3 3 4c を作成する工程を実行するものであって、推定左エッジ画像 3 3 EL と左エッジ画像 3 3 AL との水平エッジに対する差分演算を行って差分水平エッジ 3 3 4a を作成すると同時に、推定左エッジ画像 3 3 EL と左エッジ画像 3 3 AL との垂直エッジに対する差分演算を行って差分垂直エッジ 3 3 4b を作成し、差分水平エッジ 3 3 4a と差分垂直エッジ 3 3 4b とを合成して差分エッジ画像 3 3 4c を作成する機能を有し、前述のマイクロプロセッサで実行されている。

【0094】図 1 に示す窓作成部 3 3 6 は、後述する窓 3 3 6a を作成する工程を実行するものであって、推定左エッジ画像 3 3 EL と左エッジ画像 3 3 AL との差分演算において差分水平エッジ 3 3 4a 及び差分垂直エッジ 3 3 4b を作成した残余画像のエッジ点の重心を算出し、算出した重心を中心に全エッジの所定割合を含む窓 3 3 6a を

作成する機能を有し、前述のマイクロプロセッサで実行されている。

【0095】図 1 に示す距離算出手段 3 5 は、後述する距離算出工程を実行するものであって、左カメラ 4 1L によって撮影される撮影画像である左現画像に窓 3 3 6a を設定し、右カメラ 4 1R によって撮影される撮影画像である右現画像上に対応する領域を設定し、左現画像における窓 3 3 6a と右現画像における窓 3 3 6a との間の視差を算出し、算出された視差に基づいて、前方を走行している車両と自車両 2 0 との距離を算出する機能を有し、前述のマイクロプロセッサで実行されている。

【0096】図 1 に示す判定手段 3 6 は、算出された距離に基づいて危険状態か否かを判定し、危険状態と判定した場合に警報信号 3 6 a を作成する機能を有し、前述のマイクロプロセッサで実行されている。

【0097】図 1 に示す警報手段 3 7 は、算出された距離に基づいて、警報信号 3 6 a を受けて警報を発生する機能を有し、警報ブザーを中心にして構成されていることが望ましい。

【0098】図 2 は、本発明の車両前方監視システム 1 0 を構成するステレオ動画画像取得装置 4 0 の一実施形態を説明するための機能ブロック図である。

【0099】図 2 に示すステレオ動画画像取得装置 4 0 は、後述するステレオ動画画像取得工程を実行するものであって、図 5 で後述するように、切り替え信号 4 3 b に同期して、右映像信号 4 1Ra (ビデオ信号) における奇数走査線信号である 1/2 フレーム分を合成映像信号 4 4 a (ビデオ信号) における 1/2 フレーム分の画像データとして用いると同時に、左映像信号 4 1La (ビデオ信号) における偶数走査線信号である 1/2 フレーム分を合成映像信号 4 4 a における残りの 1/2 フレーム分の画像データとして用いて合成映像信号 4 4 a を合成する機能を有し、左カメラ 4 1L 及び右カメラ 4 1R と同期信号発生器 4 3 と合成映像作成手段 4 4 を有している。

【0100】左カメラ 4 1L 及び右カメラ 4 1R は、カメラの光軸を自車両 2 0 の進行方向ベクトルと平行に設置すると同時に、車両上に路面 3 4 から同じ高さで設けられた機能を有し、具体的には、CCD カメラを用いることが望ましい。

【0101】同期信号発生器 4 3 は、左カメラ 4 1L 及び右カメラ 4 1R において前方車両を中心とするシーンを撮影を行うタイミングを指示する同期信号 4 3 a を生成すると同時に、インターレース走査方式における 1/2 フレーム時間 (1/60 秒) に同期した切り替え信号 4 3 b を生成する機能を有している。

【0102】合成映像作成手段 4 4 は、同期信号 4 3 a に基づいて左カメラ 4 1L 及び右カメラ 4 1R を同期して同一時刻に左画像と右画像とを撮影して左画像と右画像との合成映像信号 4 4 a を作成する機能を有し、前述のマイクロプロセッサで実行されている。

【0103】このようなステレオ動画像取得装置40は、切り替え信号43bに同期して、左カメラ41Lからの左映像信号41Laにおける偶数走査線信号と右カメラ41Rからの右映像信号41Raにおける奇数走査線信号とを収集し、左映像信号41Laの偶数走査線信号を合成映像信号44aにおける偶数走査線信号とすると同時に右映像信号41Raの奇数走査線信号を合成映像信号44aにおける奇数走査線信号として合成して合成映像信号44aを作成するように構成されている。

【0104】以上説明したように、ステレオ動画像取得装置40に依れば、左カメラ41L（右カメラ41R）のカメラから得られる画像がすべて路面34と等しい高さにある場合、画像中のすべての画素を視差の値だけ走査線方向に移動させると右カメラ41R（左カメラ41L）により撮像された画像と同等の画像の作成が可能となる。

【0105】図1、2に示す単一のフレームメモリ45は、走査線の交互に左映像信号41Laと右映像信号41Raと合成されて1フレームが構成された合成映像信号を記録する機能を有している。

【0106】次に、図面に基づき、前述の車両前方監視システム10を用いて実行される前方車両検出方法の一実施形態を説明する。

【0107】2台のカメラの光軸を進行方向ベクトルと平行に設置した場合、路面34はそれぞれのカメラから常に等しい高さにある。そこで、2台のカメラにより撮像された左右のある画像において、左右の路面34の視差Pを走査線毎に算出している。1台のカメラから得られる画像がすべて路面34と等しい高さにある場合、画像中のすべての画素を走査線毎に先程の視差Pの値だけ移動させると、もう1台のカメラにより撮像された画像と、同等の画像の作成が可能となる。

【0108】しかしながら、路面34よりも高い場所にある前方車両21などの画素を同様な前方車両検出方法で移動させた場合、別のカメラにより撮像された画像と同等なものとはならない。

【0109】このようにして、人為的に作成した推定画像と実際に撮像された画像とを比較することにより、同一平面上にある路面34だけを消去し、それよりも高い場所にある前方車両21を残すことが可能になる。

【0110】この原理により、2台のカメラから得られる走行中の自動車の両眼道路画像を用いて、あらかじめ、画像中の画素のうち回避の必要が無い路面表示などの路面34と路面34から同じ高さにある画素の消去を行うことにより、距離D算出に要する処理時間の短縮を図っている。

【0111】本実施形態の目的は、自車両20の前方の両眼道路画像から路面34の消去を行うことにより、前方車両21の検出を行い、距離Dおよび相対速度vの算出を高速に行う前方車両検出方法を開発することであ

る。

【0112】本前方車両検出方法の特徴は、あらかじめ、回避の必要が無い路面34の消去を行うことにより、従来両眼道路画像を用いた前方車両検出方法で問題とされてきた、処理時間の短縮を行うところにある。そのために、カメラは、自車両20の進行方向ベクトルと光軸が平行になるようにし、常に路面34から同じ高さに存在するように配置するという条件を利用している。

【0113】図3は、車両前方監視システム10で実行される前方車両検出方法の一実施形態を説明するためのフローチャートである。

【0114】図3に示す前方車両検出方法は、左カメラ41Lを用いて収集した左画像と右カメラ41Rを用いて収集した右画像を用いてステレオ式の画像処理を行って前方を走行している車両と自車両20との距離を計測し危険な場合に警報を発生するアルゴリズムを実行でき、ステレオ動画像取得工程と左右画像分離取得工程と推定エッジ画像作成工程と前方車両抽出工程と距離算出工程と判定工程と警報発生工程とを中心にして構成されている。

【0115】以下に、2台のカメラから得られる画像を用いて両眼立体視を行い、距離D算出を行う前方車両検出方法について述べる。また、本実施形態における両眼画像データの前方車両検出方法、及び両眼立体視法を用いた前方車両21までの距離Dおよび前方車両21と自車両20との相対速度vの算出する前方車両検出方法について述べる。

【0116】初めに、両眼立体視法の概略を説明する。

【0117】カメラによって撮像される画像は、一般的に2次元の情報しか持っておらず、カメラから被測対象体までの3次元情報である距離情報は失われてしまっている。しかし、自動車が走行する環境は3次元的な広がりを持っており、特に追突事故を回避するためには前方車両21との距離Dが非常に重要な情報となってくる。

【0118】そこで、画像処理による距離情報の前方車両検出方法として、異なる方向から取得した、2枚の画像を用いた両眼立体視法がある。

【0119】本前方車両検出方法は、このような両眼立体視法を用いており、2枚の画像間で着目点の視差Pを求めることにより、その視差Pの値から距離Dを算出する前方車両検出方法であり、被測対象体までの絶対的な距離Dを求めることが可能となる。

【0120】図4は、前方車両検出方法及び車両前方監視システム10において用いられる両眼立体視法を説明するための原理図である。

【0121】まず、両眼立体視法の原理について述べる。図4に示すように、距離rだけ離して設置した焦点距離fの2台のカメラで、2つのカメラを結ぶ直線LからDの距離にある点Pを撮像する。ここで、カメラの光

軸はどちらも直線Lに垂直とする。

【0122】この時、右カメラにおける点Pの像の位置から左カメラにおける像の位置までの距離は $r+x$ となり、視差Pは x となる。従来の方車両検出方法では、図からもわかるように点Pまでの距離Dは、 x から $D=r \cdot f / x$ (1)

として求める(図4)。

【0123】しかしながら、両眼立体視法においては、カメラの微妙なずれによって前方車両21までの実際の距離と計算上の距離が大きく異なる。そこで、本前方車両検出方法においては、実際に10mから50m先まで10mおきに置かれた被測距対象を撮像し、それぞれの被測距対象の視差Pを検出し、視差Pと距離との関係式を算出している。

【0124】つまり、同じシステムで撮像された被測距対象であれば、この関係式と視差Pから実際の距離を正確に算出することが可能となる。

【0125】このように、2次元画像情報しか持たない2枚の画像から、画像中の着目点の距離情報を得ることが可能となる。

【0126】この前方車両検出方法は、人間が左右の目の見えかたの違いにより、見ている被測距対象の奥行きを知覚することに似ている。

【0127】しかしながら、この前方車両検出方法では2枚の画像上でそれぞれ着目している点が果たして同一の点P点に対応していない可能性があるということが問題となる。

【0128】すなわち、着目点の3次元情報から任意の画像面への投影は一意に定まるが、その逆は一意ではない。

【0129】つまり、何らかの前方車両21の特徴が抽出されない場合、画像全体に渡って、左画像情報41L及び右画像情報41Rのマッチングをとることになり、処理が非常に煩雑になる。ゆえに、両眼画像を用いて3次元情報を取得する前方車両検出方法は、多大な処理時間を要するという見方が一般的である。

【0130】しかしながら、運転補助システムは、実時間で距離等の走行情報を取得することが理想である。そのため、距離算出などの処理は常に運転速度に応じて高速であることが要求されている。そのため、両眼立体視法を用いて車両周辺監視を行うためには、対応点探索を高速化するなどして、処理時間を短縮する必要がある。

【0131】本実施形態では、前方車両21までの距離Dを算出するという見地から、両眼立体視法を用いる。また、回避の必要がない路面表示などを消去し、前方車両21の画像のみを残すことにより、対応点探索の高速化を行い従来の問題点であった処理時間の短縮を図っている。続いて、ステレオ動画像取得工程を説明する。

【0132】画像処理により、車両周辺の監視を行う場合、取得される画像は動画像であることが望ましい。な

ぜなら、自動車の走行環境というものは、時間的に変化しており、これを認識しなければならないからである。また、両眼立体視を行うためには、同時刻の2枚の画像が必要となる。しかしながら、現状では家庭用のフレームメモリ45を用いて、同時刻の2枚の画像を撮像することは、非常に困難である。

【0133】そこでステレオ動画像取得工程は、左右のカメラを同期して同一時刻に左画像と右画像とを撮影して左画像と右画像との合成映像信号44aを作成するプログラムコード(ステップS1)を有している。

【0134】この様なプログラムコードによれば、右映像信号41Raにおける奇数走査線信号である1/2フレーム分を合成映像信号44aにおける1/2フレーム分の画像データとして用いると同時に、左映像信号41Laにおける偶数走査線信号である1/2フレーム分を合成映像信号44aにおける残りの1/2フレーム分の画像データとして用いて合成映像信号44aを作成している。その結果、従来に比べ撮像画像を記録するフレームメモリ45のメモリー量を1/2フレーム分の偶数走査線本数と1/2フレーム分の奇数走査線本数との和程度まで少なく設定でき、フレームメモリ45の容量を従来より半分程度に低減できるようになる。また、距離算出に必要な視差は水平方向(走査線方向)であるので、従来の前方車両検出方法に比べても検出分解能が劣ることは無い。これに依り、使用目的に合った高い検出精度の前方監視処理が容易なアルゴリズムを備えた点で優位性を主張することができるようになる。その結果、フレームメモリ45のメモリー量に関する製造コストや設置スペースの点で優位性を主張することができるようになる。

【0135】またステレオ動画像取得工程は、1/2フレーム時間毎に奇数走査線信号と偶数走査線信号とを分けて出力するインターレースモードで左カメラ41L及び右カメラ41Rが動作する場合に左カメラ41Lからの左映像信号41Laと右カメラ41Rからの右映像信号41Raとを1/2フレーム時間毎に交互に切り替えて収集して合成映像信号44aを作成するプログラムコード(ステップS2)を有している。

【0136】ステレオ動画像取得工程においては、同期信号発生器43より同期信号43aを発生させ2台のCCDカメラ41L、41Rに入力し、2台のCCDカメラ41L、41Rを同期させている(ステップS1)。また、合成映像作成手段44に対して1/60秒ごとの切り替え信号43bを与えている(ステップS2)。

【0137】このとき、2台のCCDカメラ41L、41Rから出力される左映像信号41Laと右映像信号41Raとは、お互いに同期しているので、合成映像作成手段44によって合成することができる(ステップS2)。

【0138】この様なプログラムコードによれば、左カメラ41Lからの左映像信号41Laにおける偶数走査線

信号と右カメラ41Rからの右映像信号41Raにおける奇数走査線信号とを収集し、また左映像信号41Laの偶数走査線信号を合成映像信号44aにおける偶数走査線信号とし、更に、右映像信号41Raの奇数走査線信号を合成映像信号44aにおける奇数走査線信号として合成して合成映像信号44aを作成している。その結果、従来に比べ撮像画像を記録するフレームメモリ45のメモリー量を1/2フレーム分の偶数走査線本数と1/2フレーム分の奇数走査線本数との和程度まで少なく設定でき、フレームメモリ45の容量を従来より半分程度に低減できるようになる。また、距離算出に必要な視差は水平方向（走査線方向）であるので、従来の前方車両検出方法に比べても検出分解能が劣ることは無い。これに依り、使用目的に合った高い検出精度の前方監視処理が容易なアルゴリズムを備えた点で優位性を主張することができるようになる。その結果、フレームメモリ45のメモリー量に関する製造コストや設置スペースの点で優位性を主張することができるようになる。

【0139】またステレオ動画像取得工程は、走査線の交互に左映像信号41Laと右映像信号41Raと合成されて1フレームが構成された合成画像信号を単一のフレームメモリ45に記録するプログラムコード（ステップS3）を有している。

【0140】この様にして得られた合成映像作成手段44は、フレームメモリ45に出力される（ステップS3）。

【0141】この様なプログラムコードによれば、フレーム分の合成映像信号44aを単一のフレームメモリ45に記録している。その結果、フレームメモリ45の共有化が可能となり、従来に比べ撮像画像を記録するフレームメモリ45のメモリー量を1/2フレーム分の偶数走査線本数と1/2フレーム分の奇数走査線本数との和程度まで少なく設定でき、フレームメモリ45の容量を従来より半分程度に低減できるようになる。また、フレームメモリ45の共有化を図っても、距離算出に必要な視差は水平方向（走査線方向）であるので、従来の前方車両検出方法に比べても検出分解能が劣ることは無い。これに依り、使用目的に合った高い検出精度の前方監視処理が容易なアルゴリズムを備えた点で優位性を主張することができるようになる。その結果、フレームメモリ45の共有化に起因するフレームメモリ45のメモリー量に関する製造コストや設置スペースの点で優位性を主張することができるようになる。

【0142】フレームメモリ45に記録されている合成画像信号の読み出し（ステップS4）に続く左右画像分離取得工程は、読み出された合成画像信号の1フレームを構成する走査線信号における奇数番目の走査線信号を分離して右画像情報31aを作成すると同時に、走査線信号における偶数番目の走査線信号を分離して左画像情報31bを作成するプログラムコード（ステップS

5）を有している。

【0143】この様なプログラムコードによれば、共有化されているフレームメモリ45内に記録されている偶数番目の走査線信号のものと奇数番目の走査線信号のものとに分離することにより、水平方向に垂直方向の倍の解像度を持つ右画像情報31aと左画像情報31bとの2枚で1組の両眼画像を動画像として得ることできるようになるといった効果を奏する。また、距離算出に必要な視差は水平方向（走査線方向）であるので、右画像情報31aと左画像情報31bは従来の前方車両検出方法に比べても検出分解能が劣ることは無い。これに依り、使用目的に合った高い検出精度の前方監視処理が容易なアルゴリズムを備えた点で優位性を主張することができるようになる。その結果、フレームメモリ45の共有化に起因するフレームメモリ45のメモリー量に関する製造コストや設置スペースの点で優位性を主張することができるようになる。

【0144】図5は、前方車両検出方法及び車両前方監視システム10において用いられる右映像信号41Raと左映像信号41Laとから構成される合成映像信号44aの画像形態を説明するための図である。

【0145】合成映像作成手段44内で切り替え信号43bが切り替わる毎に、2台のCCDカメラ41L、41Rからの左映像信号41Laと右映像信号41Raとが交互にフレームメモリ45へ出力されるので（ステップS4）、図5に示すように、出力画像は走査線の交互に左画像情報41Lと右画像情報41Rが映った画像となる（ステップS5）。

【0146】この画像をデータ処理装置30内の処理で、偶数番目の走査線のものと奇数番目の走査線のものとに分離することにより、水平方向に垂直方向の倍の解像度を持つ右画像情報31aと左画像情報31bとの2枚で1組の両眼画像を動画像として得ることが可能となる（ステップS2）。

【0147】図6は左カメラ41Lと右カメラ41R（具体的には、CCDカメラ）の撮像状態であって、図6

(a)は、1/2フレーム時間毎に奇数走査線信号と偶数走査線信号とを分けて出力するインターレースモードを説明するための図であり、図6(b)は、図6(a)のインターレースモードにおける右映像信号41Ra及び左映像信号41Laのフレーム構造を説明するための図である。

【0148】図6(a)に示すように、撮像された画像は525本程度の走査線毎に左映像信号41Laと右映像信号41Raとして外部に出力される。

【0149】外部へ出力する方式としてはインターレースモードが良く用いられている。インターレースモードでは図6(b)に示すように1/2フレーム時間（1/60秒）毎に奇数走査線信号、偶数走査線信号を分けて出力する。よって1フレーム時間（1/30秒）で1画

面（1フレーム分）の左映像信号4 1Laと右映像信号4 1Raが出力されることになる。

【0150】次に、ステレオ動画像取得工程（ステップS1, 2, 3）及び左右画像分離取得工程（ステップS5）における両眼道路画像の取得を用いて説明する。

【0151】図7は、図2のステレオ動画像取得装置40において、自車両20が直進する時の進行方向ベクトルと一致しお互い路面34に対して平行になるような光軸を有する左カメラ41Lと右カメラ41Rを自動車の天井部に取り付けて両眼道路画像の取得を行う様子を説明するための図である。

【0152】図7に示すように、前項で述べたステレオ動画像取得装置40を用いて両眼道路画像の取得を行っている。

【0153】まず、2台のCCDカメラ41L, 41Rを自車両20の天井部に取り付ける。2台のCCDカメラ41L, 41Rの光軸は、お互い路面34に対して平行になるように設置する。また、光軸は、自車両20が直進する時の進行方向ベクトルと一致するように設置する。高速道路を走行し、走行中の前方道路画像を動画像（すなわち、左映像信号4 1Laと右映像信号4 1Ra）としてフレームメモリ45に録画する（ステップS1→2→3）。

【0154】以上の前方車両検出方法により得られる合成映像信号44a（動画像）を、フレームメモリ45を介して、データ処理装置30内に連続的に取り込む（ステップS4）。取り込まれた合成映像信号44aを、走査線の偶数番目の画像と奇数番目の合成映像信号44aとにデータ処理装置30内で分離する（ステップS5）。このようにして、右画像情報31a及び左画像情報31bの取得を行っている（ステップS5）。

【0155】最終的に、得られた右画像情報31a及び左画像情報31bに対して、本前方車両検出方法を適用する。2. 3 監視領域設定工程（ステップS6）における監視領域32aの設定を説明する。

【0156】自車両20の前方を右カメラ41Rや左カメラ41Lにより撮像した場合、撮像した左映像信号4 1Laや右映像信号4 1Raの中には、一般に、空、木や建物などの回避の必要のない測距不要な映像信号（画像情報）が多く含まれている。

【0157】従来の前方車両検出方法では、このような回避の必要のない測距不要な映像信号に対しても視差Pの算出を行っていたので、それらの視差Pの算出に多大の処理時間を要していた。

【0158】このような回避の必要のない測距不要な映像信号は同じシステムで撮像した場合、どの画像においてもほぼ同じ場所に存在すると考えられるため、本実施形態では、図8に示すように、あらかじめこれらの映像信号を排除し、かつ前方車両21を含むような監視領域32aを設定している（ステップS6）。

【0159】監視領域32aを各々設定する工程は、右画像情報31a及び左画像情報31bに対して前方車両21検出に関するプログラムコード（ステップS6）を有している。

【0160】このようなプログラムコードによれば、あらかじめこれらの映像信号を排除し、かつ前方車両21を含むような監視領域32aを設定できるようになる。自車両20の前方を右カメラ41Rや左カメラ41Lにより撮像した場合に、回避の必要のない測距不要な映像信号である空、木や建物などの映像信号（画像情報）を左映像信号4 1Laや右映像信号4 1Raの中から除去できるようになる。これにより、回避の必要のない測距不要な映像信号を排除し、回避が必要で測距を要する映像信号（画像情報）のみを残すことにより処理時間の短縮を計ることができるようになるといった効果を奏する。

【0161】これにより、回避の必要のない測距不要な映像信号を排除し、回避が必要で測距を要する映像信号（画像情報）のみを残すことにより処理時間の短縮を計っている。

【0162】本実施形態においては、初期設定として監視領域32aの設定を手動で行い、すべての画像にこの監視領域32aを用いることが望ましい（ステップS6）。

【0163】図8は、監視領域設定工程を説明するための図である。

【0164】そこで、図8に示すように、空を排除するために0から60 pixel（画素）までを除去し、左右の自車線以外の被測距対象を排除するために、左の白線から60 pixel以内を監視領域32aとしそれ以上を除去し、右の白線も同様に白線から60 pixel以内を監視領域32aとしそれ以上を除去している。下部においても前方車両21が映っていないことから150 pixel以上の部分は除去をおこなって監視領域32aを設定している（ステップS6）。

【0165】つぎに、エッジ画像33Aの作成をエッジ画像作成工程（ステップS7, 8）を用いて説明する。

【0166】エッジ画像作成工程は、左画像情報31bにおいて水平エッジ及び垂直エッジを分離して抽出すると同時に、右画像情報31aにおいて水平エッジ及び垂直エッジを分離して抽出するプログラムコード（ステップS7）と、前工程に続いて、左画像情報31bにおいて抽出された水平エッジ及び垂直エッジに対してエッジの細線化を行って左エッジ画像33ALを作成すると同時に、右画像情報31aにおいて抽出された水平エッジ及び垂直エッジに対してエッジの細線化を行って右エッジ画像33ARを作成するプログラムコード（ステップS8）を含んでいる。

【0167】このようなプログラムコードによれば、路面34から高さのある被測距対象（前方車両21等）のエッジを差分画像33D処理してできるだけ残し、路面3

4上エッジを差分画像33D処理して可能な限り消去できるようにする。すなわち、路面34からの高さがあり本来残したい水平エッジと垂直エッジの重なり部分、及び垂直エッジと水平エッジの重なり部分を差分画像33D処理して従来よりもより多く高い精度で残すことが可能となる。その結果、前方車両21領域の抽出エッジ量にはかなり差が現れることになる。これにより後処理におけるエッジの重心点算出、重心点を中心に全エッジの8割を含む窓336aを作成してそれを前方車両21領域と推定する際の推定精度をより向上させることができるようになる。これに依り、使用目的に合った高い検出精度の前方監視処理が容易なアルゴリズムを備えた点で優位性を主張することができるようになる。

【0168】自車両20は前方車両21の認識は、より高速に行われることが望ましい。そこで、右カメラ41Rや左カメラ41Lから得られる右画像情報31aや左画像情報31b中の特徴点においてのみ処理を行っている。

【0169】右画像情報31aと左画像情報31bとの視差Pを走査線毎に算出することを考えた場合、エッジ画像33Aについて行うことが容易であると考えられる。

【0170】図9は、エッジ画像作成工程におけるエッジ点を採用工程を説明するための図である。

【0171】そこで本前方車両検出方法では、特徴点として、以下の行列式で表現されるオペレータ(1)、

(2)を用いて抽出される図9に示すようなエッジ点を採用する(ステップS7)。

【0172】図10は、エッジ画像作成工程におけるエッジ画像の細線化処理を説明するための図である。図11は、エッジ画像作成工程における垂直エッジと水平エッジとを区別する処理を説明するための図である。

【0173】続いて、路面34の消去を行う際に前方車両21のエッジをなるべく多く残し、さらに処理の高速化を計るために、図10に示すようなエッジ画像33Aの細線化処理を行い(ステップS8)、続いて、図11に示すように、垂直エッジと水平エッジとの区別の処理を行った(ステップS8)。

【0174】

【数1】

$$\begin{pmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & -1 \end{pmatrix}$$

…オペレータ(1)

【0175】

【数2】

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & -1 \\ 2 & 0 & -2 \\ 1 & 0 & -1 \end{pmatrix}$$

…オペレータ(2)

次に、推定エッジ画像作成工程(ステップS9)及び前方車両抽出工程(ステップS10, 11, 12)における路面34の消去を説明する。

【0176】推定エッジ画像作成工程は、右エッジ画像33ARから左エッジ画像33ALを推定するプログラムコード(ステップS9)を含んでいる。

【0177】このようなプログラムコードによれば、左画像情報31b、右画像情報31aともに水平エッジ、垂直エッジを分離して抽出したエッジ画像を作成し、エッジの細線化したエッジ画像を作成した後、右エッジ画像33ARから推定エッジ画像33Eを作成し、推定エッジ画像33Eと左エッジ画像33ALの差分水平エッジ334a、差分垂直エッジ334bを水平エッジ、垂直エッジそれぞれ分けて作成し、その後、差分水平エッジ334aと差分垂直エッジ334bを合成して差分エッジ画像334cの差分水平エッジ334a、差分垂直エッジ334bとすることができるようになる。また推定エッジ画像33Eでは、路面34から同じ高さにある路面34標示だけが実際に左カメラ41Lによって撮像された左エッジ画像33ALと等しい画像となり、前方車両21などの路面34よりも高い位置にある物は実際の左エッジ画像33ALと等しい画像とはならないようにできる。実際に撮像された左エッジ画像33ALから推定エッジ画像33Eとの共通部分を消去すると、同じ高さにある路面34(走行車線の路面34)や路面34標示(例えば、白線や速度制限表示)などは左エッジ画像33ALから消去され、路面34よりも高い位置に存在する前方車両21の画素だけを左エッジ画像33ALに残すことができるようになり、最終的に、左エッジ画像33ALにおいて残った画素を前方車両21の候補画素として距離を算出できるようになるといった効果を奏する。

【0178】請求項12に記載の発明は、請求項11に記載の前方車両検出方法において、差分エッジ画像334cを作成する工程(ステップS10)は、推定左エッジ画像33ELと左エッジ画像33ALとの水平エッジに対する差分演算を行って差分水平エッジ334aを作成すると同時に、推定左エッジ画像33ELと左エッジ画像33ALとの垂直エッジに対する差分演算を行って差分垂直エッジ334bを作成するプログラムコードと、差分水平エッジ334aと差分垂直エッジ334bとを合成して差分エッジ画像334cを作成するプログラムコードとを含んでいる。

【0179】図12(a), (b)は、前方車両抽出工程において左エッジ画像33ALから推定エッジ画像33Eを引いた差分画像33Dである(ステップS1

0)。

【0180】図13(a)，(b)はエッジの方向性を考慮せずに、推定エッジ画像33Eと左エッジ画像33ALを重ねて示したものである。

【0181】本処理の目的は道路路面34から高さのある被測距対象(前方車両21等)のエッジはできるだけ残し、路面34上エッジは消去したい訳だが、図12

(a)，(b)からは、路面34からの高さがあり本来残したい水平エッジと垂直エッジの重なり部分(A部分)、及び垂直エッジと水平エッジの重なり部分(B部分)が差分されて消失している。

【0182】一方、図12(a)，(b)は同様の状況を、水平エッジは水平エッジ同士で差分を取り、垂直エッジは垂直エッジ同士で差分を取った場合を示している。

【0183】この場合、図13(a)，(b)のA部分、B部分で示す様なエッジ消失は発生しない。よって本方法は、路面34から高さのある被測距対象のエッジを従来より、より多く残すことが可能となる。

【0184】画面全体に本前方車両検出方法を適用した場合、前方車両21領域の抽出エッジ量にはかなり差が現れることになる。これにより後処理におけるエッジの重心点算出、重心点を中心に全エッジの8割を含む窓336aを作成して、それを前方車両21領域と推定する際の推定精度がより向上する。以上の本アルゴリズムにより、より確実に前方車両21領域を抽出することが可能となる。

【0185】この様なプログラムコードによれば、左画像情報31b、右画像情報31aともに水平エッジ、垂直エッジを分離して抽出したエッジ画像を作成し、エッジの細線化したエッジ画像を作成した後、右エッジ画像33ARから推定エッジ画像33Eを作成し、推定エッジ画像33Eと左エッジ画像33ALの差分水平エッジ334a、差分垂直エッジ334bを水平エッジ、垂直エッジそれぞれ分けて作成し、その後、差分水平エッジ334aと差分垂直エッジ334bを合成して差分エッジ画像334cの差分水平エッジ334a、差分垂直エッジ334bとすることができるようになる。これに依り、使用目的に合った高い検出精度の前方監視処理が容易なアルゴリズムを備えた点で優位性を主張することができるようになる。

【0186】また前方車両抽出工程は、推定左エッジ画像33ELと左エッジ画像33ALとの差分演算において差分水平エッジ334a及び差分垂直エッジ334bを作成した残余画像のエッジ点の重心を算出するプログラムコード(ステップS11)を含んでいる。

【0187】窓336aを作成する工程(ステップS12)は、算出した重心を中心に全エッジの所定割合を含むプログラムコードである。

【0188】ここで、推定エッジ画像33Eは、一方の

カメラの画像情報が全て路面34上の模様と仮定し、画像情報に関するエッジ画像が他方のカメラを以て撮影された場合のエッジ画像を推定した画像情報を意味する。

【0189】この様なプログラムコード(ステップS11，12)によれば、路面34から高さのある被測距対象のエッジを従来よりもより多く残すことが可能となる。更に、前方車両21領域の抽出エッジ量にかなりの差を持たせることができるようになる。これに依り、後処理におけるエッジの重心点算出、重心点を中心に全エッジの8割を含む窓336aを作成して、それを前方車両21領域と推定する際の推定精度の向上を図ることができるようになる。これに依り、使用目的に合った高い検出精度の前方監視処理が容易なアルゴリズムを備えた点で優位性を主張することができるようになる。

【0190】本前方車両検出方法では、回避の必要のない測距不要な路面34を消去し、特徴点の数を減らす画像処理を実行することにより、処理時間の短縮を行っている。

【0191】路面34の消去を行うために、右のエッジ画像33A(=右エッジ画像33AR)から左のエッジ画像33A(左エッジ画像33AL)の推定を行っている。この際、本前方車両検出方法では、CCDカメラ41L，41Rから得られる左映像信号41La、右映像信号41Ra(画像)はすべて路面34と路面34から同じ高さにあるものと仮定する。

【0192】図14は、左画像情報31bと右画像情報31aとの間の視差を説明するための図である。

【0193】一般に、撮像した左画像情報41Lと右画像情報41Rには視差Pが生じる(図14参照)。このような視差Pの値は被測距対象が3次元的に右カメラ41Rや左カメラ41Lより遠くに存在すれば小さく、近くに存在すれば大きくなる。

【0194】2次元的な画像で考える場合、画像に図14のようなx-y座標系を当てはめるとすると、路面34の視差Pの値は、y座標が大きくなるほど大きくなる。すなわち、視差Pの値はy座標の値に応じて、線形的に変化するため、視差Pとy座標の値とは1次関数の関係であらわすことが可能となる。

【0195】このことから、ある画像において、視差Pとy座標との関係式をあらかじめ算出しておくことにより、同じシステムで撮像した路面34の画像であれば、この関係式と左画像情報41Lより、それぞれの画素の視差Pを走査線毎に算出し、画素を視差Pの値だけ移動させる画像処理を実行することにより、実際に右画像情報41Rで撮像した右画像情報41Rと同一の画像の作成が可能となる。

【0196】図15は、路面34よりも高い位置に存在する被測距対象に対する視差の算出誤差を説明するための図である。

【0197】ところが、路面34よりも高い位置に存在する被測距対象、すなわち前方車両21の画像においては、図15に示すように、視差Pとy座標との間にこの関係式が成り立たない。そのため、前方車両21が路面34と路面34から同じ高さにあると仮定し、この関係式を用いて、左画像情報41Lのそれぞれの画素の視差Pを走査線毎に算出し、画素を視差Pの値だけ移動させても正確な右画像情報41Rの作成を行うことはできない。

【0198】本前方車両検出方法では、以上の原理を用いて回避の必要のない路面34を消去し、特徴点の数を減らすことにより、処理時間の短縮を図っている。

【0199】本実施形態では、撮像された画像はすべて路面34と路面34から同じ高さにあるものと仮定し、右エッジ画像33ARから推定された左エッジ画像33ALを推定エッジ画像33Eとして算出している（ステップS9）。

【0200】図16は、路面34よりも高い位置にある被測距対象と左エッジ画像33ALとの誤差を説明するための図である。

【0201】前述のように、推定エッジ画像33Eでは、路面34と路面34から同じ高さにある路面34や路面標示だけが実際に左カメラ41Lによって撮像された左エッジ画像33ALと等しい画像となり、図16に示すように、前方車両21などの路面34よりも高い位置にある物は実際の左エッジ画像33ALと等しい画像とはならない。

【0202】図17は、前方車両抽出工程におけるステップS10を説明するための図である。

【0203】そこで、図17に示すように、実際に撮像された左エッジ画像33ALから推定エッジ画像33Eとの共通部分を消去すると（ステップS10）、路面34から同じ高さにある路面34（走行車線の路面）や路面標示（例えば、白線や速度制限表示）などは左エッジ画像33ALから消去され、図17に示すように、路面34よりも高い位置に存在する前方車両21の画素だけが左エッジ画像33ALに残る（ステップS10）。最終的に、左エッジ画像33ALにおいて残った画素を前方車両21の候補画素として距離Dを算出している。

【0204】次に、前方車両21までの距離Dの計測を前方車両抽出工程（ステップS11、12）、距離算出工程（ステップS13、14、15、16）を用いて説明する。

【0205】距離算出工程は、視差と距離の逆数との比例関係に基づいてあらかじめ算出した関係式を用いて左現画像における窓336aと右現画像における窓336aとの間の視差を算出し、算出された視差に基づいて距離を算出するプログラムコードであって、左カメラ41Lによって撮影される撮影画像である左現画像に窓336aを設定するプログラムコード（ステップS13）と、右カ

メラ41Rによって撮影される撮影画像である右現画像上に対応する領域を設定するプログラムコード（ステップS14）と、左現画像における窓336aと右現画像における窓336aとの間の視差を算出するプログラムコード（ステップS15）と、算出された視差に基づいて、前方を走行している車両と自車両20との距離を算出するプログラムコード（ステップS16）とを含んでいる。

【0206】このようなプログラムコード（ステップS13、14、15、16）によれば、左現画像における窓336aと右現画像における窓336aとの間の視差を求め、その視差の値から被測距対象までの絶対的な距離を高精度でかつ高速に求めることができるようになる。これに依り、使用目的に合った高い検出精度、高速処理の前方監視処理が容易なアルゴリズムを備えた点で優位性を主張することができるようになる。また、あらかじめ算出した関係式を用いて左現画像における窓336aと右現画像における窓336aとの間の視差を算出して距離を算出できるので、視差の値から被測距対象までの絶対的な距離を高精度でかつ高速に求めることができるようになる。これに依り、使用目的に合った高い検出精度、高速処理の前方監視処理が容易なアルゴリズムを備えた点で優位性を主張することができるようになる。

【0207】先ず、前方車両抽出工程（ステップS10、11、12）における前方車両21の視差Pの算出を説明する。

【0208】路面34の消去を行った後に残された左エッジ画像33ALの画素のほとんどは、前方車両21の画素となる。そのため、残された全画素の重心は、前方車両21の重心とほぼ等しくなる（ステップS11）。この重心を中心とした四角形を作成し、この四角形の中に含まれる画素が全画素の8割になるように画像処理を実行している（ステップS12）。

【0209】このようにして、作成された四角形には前方車両21のほぼ全体が含まれる。このようにして作成された四角形を窓336aと考え、右画像情報41R上にも同じおきさの窓336aを設ける画像処理を実行している（ステップS13）。

【0210】図18は、距離算出工程におけるステップS14を説明するための図である。

【0211】続いて、図18に示すように、右画像情報41R上の窓336aを左の方に移動させながら、右画像情報41Rと左画像情報41Lの2つの窓336a間の輝度差（左映像信号41Laや右映像信号41Raの信号レベルを用いて計算できる差）を計算し、その値が最小となる点を検出している（ステップS14）。続いて、この時の、左右の窓336aの視差Pを走査線毎に算出している。この様にして算出した視差Pが前方車両21の視差Pとなる（ステップS15）。

【0212】続いて、距離算出工程（ステップS16）

における視差Pと距離Dの関係の算出を説明する。

【0213】従来の両眼画像による距離Dの算出前方車両検出方法は三角測量の原理より、前方車両21までの距離Dを算出するという前方車両検出方法であった。

【0214】しかし、この前方車両検出方法は、カメラ設定の値が少しずれただけでも、算出される前方車両21までの距離Dに大幅な誤りが生じてしまい、正確な距離計測が困難とされてきた。そこで、本実施形態においては、視差Pと距離Dの関係式をあらかじめ算出することにより正確な距離計測を行っている。

【0215】図19は、視差と距離の関係式をあらかじめ算出すること処理を説明するための図である。

【0216】本実施形態では、図19に示すように、カメラ（左カメラ41Lや右カメラ41Rと同一性能を有するカメラ）から10mおきに、50mまでの位置に被測距対象（例えば、図19に示すような箱体）を置き、その被測距対象を撮像している。これらの被測距対象の視差Pを走査線毎に算出することにより、視差Pと距離Dとの関係を算出している。

【0217】視差Pと距離Dの逆数は比例関係であることから、視差Pと距離Dの逆数を一次関数であらわすことが可能となる。この関数に前節で算出した前方車両21の視差Pを代入することにより、前方車両21までの距離Dを算出している。なお、今回用いた車両前方監視システム10においては視差Pと距離Dの関係は式

(2)となった。

【0218】

$$d = \alpha / (P - 9) \quad [m] \quad (2)$$

α : 比例定数、d : 距離、P : 視差

$$v = (d_2 - d_1) / 0.5$$

ここで、v : 相対速度 d1 : 1つ前に取り込んだ画像データより求めた前方車両21との距離 d2 : 前方車両21との距離

距離算出工程に続く判定工程は、算出された距離に基づいて危険状態か否かを判定し、危険状態と判定した場合に警報信号36aを作成するプログラムコード（ステップS17）である。

【0225】この様なプログラムコード（ステップS17）によれば、高速且つ高精度に算出された距離に基づいて危険状態か否かを高速且つ高精度に判定できるようになるといった効果を奏する。これに依り、使用目的に合った高い検出精度、高速処理の前方監視処理が容易なアルゴリズムを備えた点で優位性を主張することができるようになる。

【0226】判定工程に続く警報工程は、算出された距離に基づいて、警報信号36aを受けて警報を発生する工程プログラムコード（ステップS18）である。

【0227】この様なプログラムコード（ステップS18）によれば、高速且つ高精度の警報を発生することができるようになる。これに依り、使用目的に合った高い

* 本実施形態では、 α を680としているが、この比例定数は車両形状、左カメラ41Lや右カメラ41Rの設置位置等によって最適な値を先覚する必要がある。

【0219】次に、前方車両21の相対速度vの算出処理を説明する。

【0220】自車両20の前方の監視を行う場合、前方車両21までの距離Dと同時に、前方車両21の相対速度vの情報を取得できることが好ましい。

【0221】たとえ、前方車両21が非常に接近した場所にいたとしても、その前方車両21が自車両20から遠ざかってあるのであれば、危険度は低いものとなる。逆に、ある程度遠くに前方車両21がいたとしても、その前方車両21が自車両20に向かって急接近しているのであれば、危険度は高いものとなる。

【0222】本実施形態においては、前方車両21までの距離Dと同時に、前方車両21の相対速度vの算出を行っている。

【0223】データ処理装置30に取り込む画像データのフレーム間隔は例えば、0.5秒である。また、前節までの処理により、前方車両21までの距離Dが算出される。したがって、画像データの取り込み毎の前方車両21の距離Dおよび画像データの取り込み間隔という情報が取得できる。これらの値から、画像データの取り込み間隔が0.5秒で在れば、0.5秒の間に前方車両21がどれだけ自車両20に接近したかということがわかる。よって、前方車両21の相対速度vが式(3)により算出される。

【0224】

$$[m/s] \quad (3)$$

検出精度、高速処理の前方監視処理が容易なアルゴリズムを備えた点で優位性を主張することができるようになる。

【0228】

【発明の効果】請求項1に記載の発明に依れば、検出距離の誤差が大きく発生する可能性を回避することができ、撮像タイミングについても同期をとって高い検出精度を実現することができるといった効果を奏する。これに依り、使用目的に合った高い検出精度の前方監視処理が容易なアルゴリズムを備えた点で優位性を主張することができるようになる。

【0229】請求項2に記載の発明に依れば、請求項1に記載の効果に加えて、従来に比べ撮像画像を記録するメモリ量を少なく設定でき、更に、高い検出精度及び高速処理性能を有するステレオ式の画像処理技術を応用した車両前方監視システムを実現できるようになる。その結果、製造コストや設置スペースの点で優位性を主張することができるようになる。これに依り、使用目的に合った高い検出精度の前方監視処理が容易なアルゴリズムを備えた点で優位性を主張することができるようになる

る。

【0230】請求項3に記載の発明に依れば、請求項2に記載の効果に加えて、従来に比べ撮像画像を記録するフレームメモリのメモリー量を偶数走査線本数と奇数走査線本数との和程度まで少なく設定できるようになる。また、距離算出に必要な視差は水平方向（走査線方向）であるので、従来の前方車両検出方法に比べても検出分解能が劣ることは無い。これに依り、使用目的に合った高い検出精度の前方監視処理が容易なアルゴリズムを備えた点で優位性を主張することができるようになる。その結果、フレームメモリのメモリー量に関する製造コストや設置スペースの点で優位性を主張することができるようになる。

【0231】請求項4に記載の発明に依れば、請求項2に記載の効果に加えて、従来に比べ撮像画像を記録するフレームメモリのメモリー量を $1/2$ フレーム分の偶数走査線本数と $1/2$ フレーム分の奇数走査線本数との和程度まで少なく設定でき、フレームメモリの容量を従来より半分程度に低減できるようになる。また、距離算出に必要な視差は水平方向（走査線方向）であるので、従来の前方車両検出方法に比べても検出分解能が劣ることは無い。これに依り、使用目的に合った高い検出精度の前方監視処理が容易なアルゴリズムを備えた点で優位性を主張することができるようになる。その結果、フレームメモリのメモリー量に関する製造コストや設置スペースの点で優位性を主張することができるようになる。

【0232】請求項5に記載の発明に依れば、請求項4に記載の効果に加えて、従来に比べ撮像画像を記録するフレームメモリのメモリー量を $1/2$ フレーム分の偶数走査線本数と $1/2$ フレーム分の奇数走査線本数との和程度まで少なく設定でき、フレームメモリの容量を従来より半分程度に低減できるようになる。また、距離算出に必要な視差は水平方向（走査線方向）であるので、従来の前方車両検出方法に比べても検出分解能が劣ることは無い。これに依り、使用目的に合った高い検出精度の前方監視処理が容易なアルゴリズムを備えた点で優位性を主張することができるようになる。その結果、フレームメモリのメモリー量に関する製造コストや設置スペースの点で優位性を主張することができるようになる。

【0233】請求項6に記載の発明に依れば、請求項3乃至5のいずれか一項に記載の効果に加えて、フレームメモリの共有化が可能となり、従来に比べ撮像画像を記録するフレームメモリのメモリー量を $1/2$ フレーム分の偶数走査線本数と $1/2$ フレーム分の奇数走査線本数との和程度まで少なく設定でき、フレームメモリの容量を従来より半分程度に低減できるようになる。また、フレームメモリの共有化を図っても、距離算出に必要な視差は水平方向（走査線方向）であるので、従来の前方車両検出方法に比べても検出分解能が劣ることは無い。これに依り、使用目的に合った高い検出精度の前方監視処

理が容易なアルゴリズムを備えた点で優位性を主張することができるようになる。その結果、フレームメモリの共有化に起因するフレームメモリのメモリー量に関する製造コストや設置スペースの点で優位性を主張することができるようになる。

【0234】請求項7に記載の発明に依れば、請求項6に記載の効果に加えて、水平方向に垂直方向の倍の解像度を持つ右画像情報と左画像情報との2枚で1組の両眼画像を動画像として得ることできるようになる。また、距離算出に必要な視差は水平方向（走査線方向）であるので、右画像情報と左画像情報は従来の前方車両検出方法に比べても検出分解能が劣ることは無い。これに依り、使用目的に合った高い検出精度の前方監視処理が容易なアルゴリズムを備えた点で優位性を主張することができるようになる。その結果、フレームメモリの共有化に起因するフレームメモリのメモリー量に関する製造コストや設置スペースの点で優位性を主張することができるようになる。

【0235】請求項8に記載の発明に依れば、請求項7に記載の効果に加えて、監視領域設定工程を設けることに依り、あらかじめこれらの映像信号を排除し、かつ前方車両を含むような監視領域を設定できるようになる。自車両の前方を右カメラや左カメラにより撮像した場合に、回避の必要のない測距不要な映像信号である空、木や建物などの映像信号（画像情報）を左映像信号や右映像信号の中から除去できるようになる。これにより、回避の必要のない測距不要な映像信号を排除し、回避が必要で測距を要する映像信号（画像情報）のみを残すことにより処理時間の短縮を計ることができるようになる。

【0236】請求項9に記載の発明に依れば、同一平面上にある路面だけを消去し、それよりも高い場所にある前方車両を残すことができるようになる。また、路面から高さのある被測距対象のエッジを従来より、より多く残すことができるようになる。更に、画面全体に本前方車両検出方法を適用した場合、前方車両領域の抽出エッジ量にはかなり差が現れることになる。これにより、後処理におけるエッジの重心点算出、重心点を中心に全エッジの8割を含む窓を作成して、それを前方車両領域と推定する際の推定確度をより向上させることができるようになる。その結果、使用目的に合った高い検出精度の前方監視処理が容易なアルゴリズムを備えた点で優位性を主張することができるようになる。

【0237】請求項10に記載の発明に依れば、請求項9に記載の効果に加えて、路面から高さのある被測距対象（前方車両等）のエッジを差分画像処理してできるだけ残し、路面上エッジを差分画像処理して可能な限り消去できるようになる。すなわち、路面からの高さがあり本来残したい水平エッジと垂直エッジの重なり部分、及び垂直エッジと水平エッジの重なり部分を差分画像処理して従来よりもより多く高い精度で残すことが可能とな

る。その結果、前方車両領域の抽出エッジ量にはかなり差が現れることになる。これにより後処理におけるエッジの重心点算出、重心点を中心に全エッジの8割を含む窓を作成してそれを前方車両領域と推定する際の推定精度をより向上させることができるようになる。これに依り、使用目的に合った高い検出精度の前方監視処理が容易なアルゴリズムを備えた点で優位性を主張することができるようになる。

【0238】請求項11に記載の発明に依れば、請求項10に記載の効果に加えて、推定エッジ画像作成工程を設けることに依り、左画像情報、右画像情報ともに水平エッジ、垂直エッジを分離して抽出したエッジ画像を作成し、エッジの細線化したエッジ画像を作成した後、右エッジ画像から推定エッジ画像を作成し、推定エッジ画像と左エッジ画像の差分水平エッジ、差分垂直エッジを水平エッジ、垂直エッジそれぞれ分けて作成し、その後、差分水平エッジと差分垂直エッジを合成して差分エッジ画像の差分水平エッジ、差分垂直エッジとすることができるようになる。また推定エッジ画像では、路面から同じ高さにある路面標示だけが実際に左カメラによって撮像された左エッジ画像と等しい画像となり、前方車両などの路面よりも高い位置にある物は実際の左エッジ画像と等しい画像とはならないようにできる。実際に撮像された左エッジ画像から推定エッジ画像との共通部分を消去すると、同じ高さにある路面（走行車線の路面）や路面標示（例えば、白線や速度制限表示）などは左エッジ画像から消去され、路面よりも高い位置に存在する前方車両の画素だけを左エッジ画像に残すことができるようになり、最終的に、左エッジ画像において残った画素を前方車両の候補画素として距離を算出できるようになる。

【0239】請求項12に記載の発明に依れば、請求項11に記載の効果に加えて、使用目的に合った高い検出精度の前方監視処理が容易なアルゴリズムを備えた点で優位性を主張することができるようになる。

【0240】請求項13に記載の発明に依れば、請求項12に記載の効果に加えて、窓を作成する工程を設けることに依り、路面から高さのある被測距対象のエッジを従来よりもより多く残すことが可能となる。更に、前方車両領域の抽出エッジ量にかなりの差を持たせることができるようになる。これに依り、後処理におけるエッジの重心点算出、重心点を中心に全エッジの8割を含む窓336aを作成して、それを前方車両領域と推定する際の推定精度の向上を図ることができるようになる。これに依り、使用目的に合った高い検出精度の前方監視処理が容易なアルゴリズムを備えた点で優位性を主張することができるようになる。

【0241】請求項14に記載の発明に依れば、請求項9乃至13のいずれか一項に記載の効果と同様の効果を奏する。

【0242】請求項15に記載の発明に依れば、請求項11乃至14のいずれか一項に記載の効果に加えて、左現画像における窓と右現画像における窓との間の視差を求め、その視差の値から被測距対象までの絶対的な距離を高精度でかつ高速に求めることができるようになる。これに依り、使用目的に合った高い検出精度、高速処理の前方監視処理が容易なアルゴリズムを備えた点で優位性を主張することができるようになる。

【0243】請求項16に記載の発明に依れば、請求項15に記載の効果に加えて、あらかじめ算出した関係式を用いて左現画像における窓と前記右現画像における窓との間の視差を算出して距離を算出できるので、視差の値から被測距対象までの絶対的な距離を高精度でかつ高速に求めることができるようになる。これに依り、使用目的に合った高い検出精度、高速処理の前方監視処理が容易なアルゴリズムを備えた点で優位性を主張することができるようになる。

【0244】請求項17に記載の発明に依れば、請求項15または16に記載の効果に加えて、高速且つ高精度に算出された距離に基づいて危険状態か否かを高速且つ高精度に判定できるようになる。これに依り、使用目的に合った高い検出精度、高速処理の前方監視処理が容易なアルゴリズムを備えた点で優位性を主張することができるようになる。

【0245】請求項18に記載の発明に依れば、請求項17に記載の効果に加えて、高速且つ高精度の警報を発生することができるようになる。これに依り、使用目的に合った高い検出精度、高速処理の前方監視処理が容易なアルゴリズムを備えた点で優位性を主張することができるようになる。

【0246】請求項19に記載の発明は、左カメラを用いて収集した左画像と右カメラを用いて収集した右画像を用いてステレオ式の画像処理を行って前方を走行している車両と自車両との距離を計測し危険な場合に警報を発生する車両前方監視システムにおいて、光軸を自車両の進行方向ベクトルと平行に設置すると共に、車両上に路面から同じ高さで設けられた左右のカメラと、左カメラ及び右カメラにおいて撮影を行うタイミングを指示する同期信号を生成すると共に、フレーム時間に同期した切り替え信号を生成する同期信号発生器と、前記同期信号に基づいて左カメラ及び右カメラを同期して同一時刻に左画像と右画像とを撮影して左画像と右画像との合成映像信号を作成する合成映像作成手段とを備えたステレオ動画像取得装置を有して構成されている車両前方監視システムである。

【0247】請求項19に記載の発明に依れば、請求項1に記載の効果に加えて、左カメラ（右カメラ）のカメラから得られる画像がすべて路面と等しい高さにある場合、画像中のすべての画素を視差の値だけ走査線方向に移動させると右カメラ（左カメラ）により撮像された画

像と同等の画像の作成が可能となる。

【0248】請求項20に記載の発明に依れば、請求項2に記載の効果と同様の効果を奏する。

【0249】請求項21に記載の発明に依れば、請求項3に記載の効果と同様の効果を奏する。

【0250】請求項22に記載の発明に依れば、請求項4に記載の効果と同様の効果を奏する。

【0251】請求項23に記載の発明に依れば、請求項5に記載の効果と同様の効果を奏する。

【0252】請求項24に記載の発明に依れば、請求項6に記載の効果と同様の効果を奏する。

【0253】請求項25に記載の発明に依れば、請求項7に記載の効果と同様の効果を奏する。

【0254】請求項26に記載の発明に依れば、請求項9に記載の効果と同様の効果を奏する。

【0255】請求項27に記載の発明に依れば、請求項11乃至13のいずれか一項に記載の効果と同様の効果を奏する。

【0256】請求項28に記載の発明に依れば、請求項15または16に記載の効果と同様の効果を奏する。

【0257】請求項29に記載の発明に依れば、請求項17に記載の効果と同様の効果を奏する。

【0258】請求項30に記載の発明に依れば、請求項20に記載の効果と同様の効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の車両前方監視システムを構成するデータ処理装置の一実施形態を説明するための機能ブロック図である。

【図2】本発明の車両前方監視システムを構成するステレオ動画像取得装置の一実施形態を説明するための機能ブロック図である。

【図3】車両前方監視システムで実行される前方車両検出方法の一実施形態を説明するためのフローチャートである。

【図4】前方車両検出方法及び車両前方監視システムにおいて用いられる両眼立体視法を説明するための原理図である。

【図5】前方車両検出方法及び車両前方監視システムにおいて用いられる右映像信号と左映像信号とから構成される合成映像信号の画像形態を説明するための図である。

【図6】図6(a)は、1/2フレーム時間毎に奇数走査線信号と偶数走査線信号とを分けて出力するインターレースモードを説明するための図であり、図6(b)は、図6(a)のインターレースモードにおける右映像信号及び左映像信号のフレーム構造を説明するための図である。

【図7】図2のステレオ動画像取得装置において、自車両が直進する時の進行方向ベクトルと一致しお互い路面に対して平行になるような光軸を有する左カメラと右カ

メラを自動車の天井部に取り付けて両眼道路画像の取得を行う様子を説明するための図である。

【図8】監視領域設定工程を説明するための図である。

【図9】エッジ画像作成工程におけるエッジ点を採用工程を説明するための図である。

【図10】エッジ画像作成工程におけるエッジ画像の細線化処理を説明するための図である。

【図11】エッジ画像作成工程における垂直エッジと水平エッジとを区別する処理を説明するための図である。

【図12】図12(a), (b)は、前方車両抽出工程において、左エッジ画像から推定エッジ画像を差し引いて差分画像を作成する工程を説明するための図である。

【図13】図13(a), (b)は、エッジの方向性を考慮せずに推定エッジ画像と左エッジ画像とを重ねて示した図である。

【図14】左画像情報と右画像情報との間の視差を説明するための図である。

【図15】路面よりも高い位置に存在する被測距対象に対する視差の算出誤差を説明するための図である。

【図16】路面よりも高い位置にある被測距対象と左エッジ画像との誤差を説明するための図である。

【図17】前方車両抽出工程におけるステップS10を説明するための図である。

【図18】距離算出工程におけるステップS14を説明するための図である。

【図19】視差と距離の関係式をあらかじめ算出すること処理を説明するための図である。

【符号の説明】

10…車両前方監視システム

20…自車両

21…前方車両

30…データ処理装置

31…左右画像分離取得手段

31a…右画像情報

31b…左画像情報

32…監視領域設定手段

32a…監視領域

33…前方車両抽出手段

332…エッジ画像作成部

33A…エッジ画像

33AL…左エッジ画像

33AR…右エッジ画像

33E…推定エッジ画像

33D…差分画像

34…路面

334…差分エッジ作成部

334a…差分水平エッジ

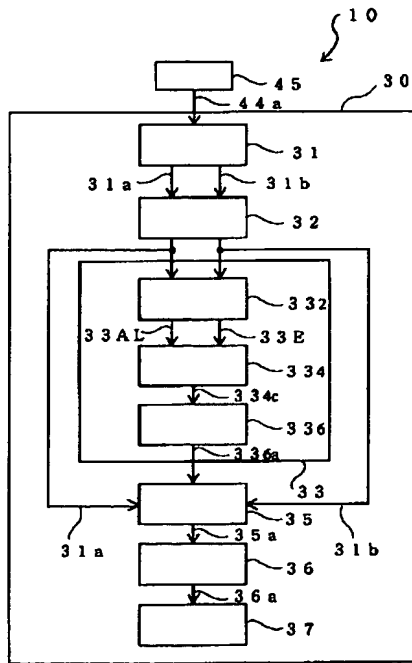
334b…差分垂直エッジ

334c…差分エッジ画像

336…窓作成部

336a…窓
 35…距離算出手段
 36…判定手段
 36a…警報信号
 37…警報手段
 40…ステレオ動画像取得装置
 41L…左カメラ
 41La…左映像信号

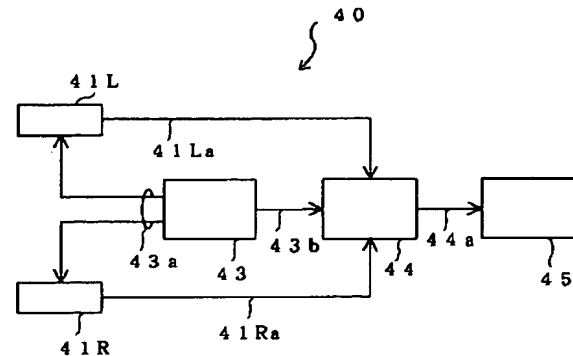
【図1】



10…車両前方監視システム
 30…データ処理装置
 31…左右画像分離取得手段
 31a…右画像情報
 31b…左画像情報
 32…監視領域設定手段
 33…前方車両抽出手段
 332…エッジ画像作成部
 33AL…左エッジ画像
 33E…推定エッジ画像
 334…差分エッジ作成部
 336…窓作成部
 336a…窓
 35…車両距離算出手段
 35a…車両距離
 36…判定手段
 36a…警報信号
 37…警報手段
 44a…合成映像信号
 45…フレームメモリ

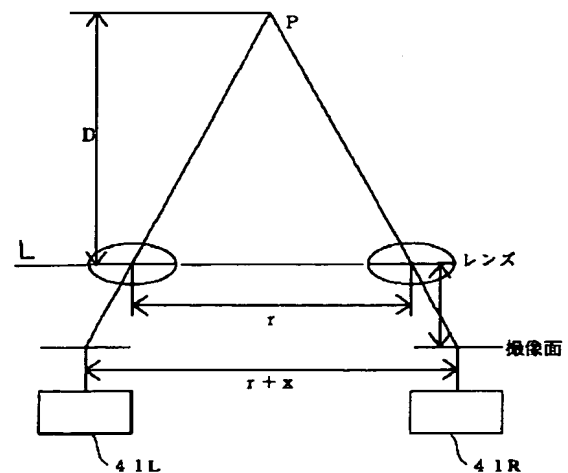
* 41R…右カメラ
 41Ra…右映像信号
 43…同期信号発生器
 43a…同期信号
 43b…切り替え信号
 44…合成映像作成手段
 44a…合成映像信号
 * 45…フレームメモリ

【図2】

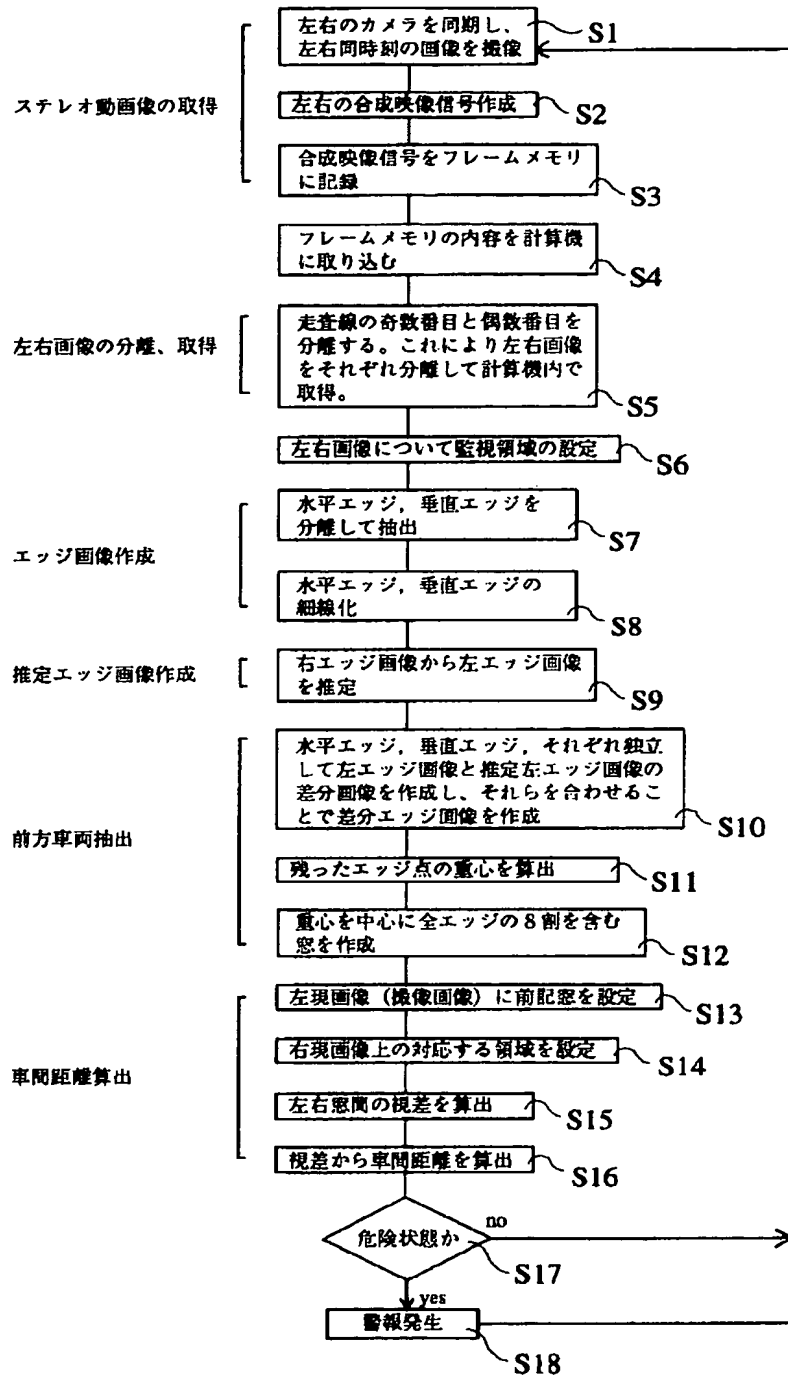


40…ステレオ動画像取得装置
 41L…左カメラ
 41La…左映像信号
 41R…右カメラ
 41Ra…右映像信号
 43…同期信号発生器
 43a…同期信号
 43b…切り替え信号
 44…合成映像作成手段
 44a…合成映像信号
 45…フレームメモリ

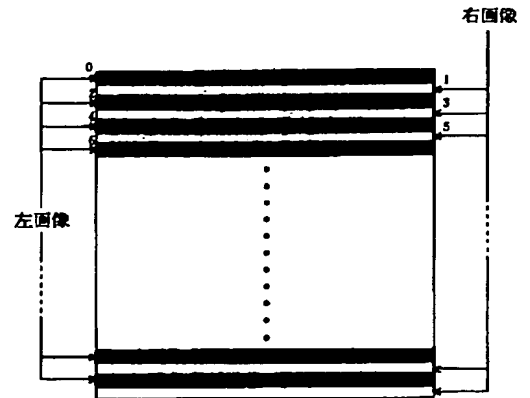
【図4】



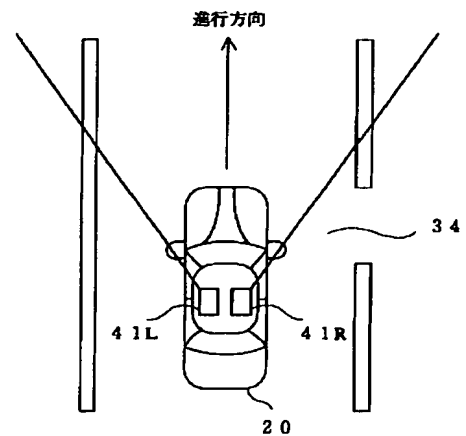
【図3】



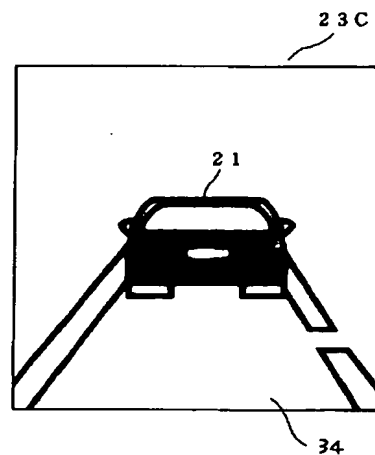
【図5】



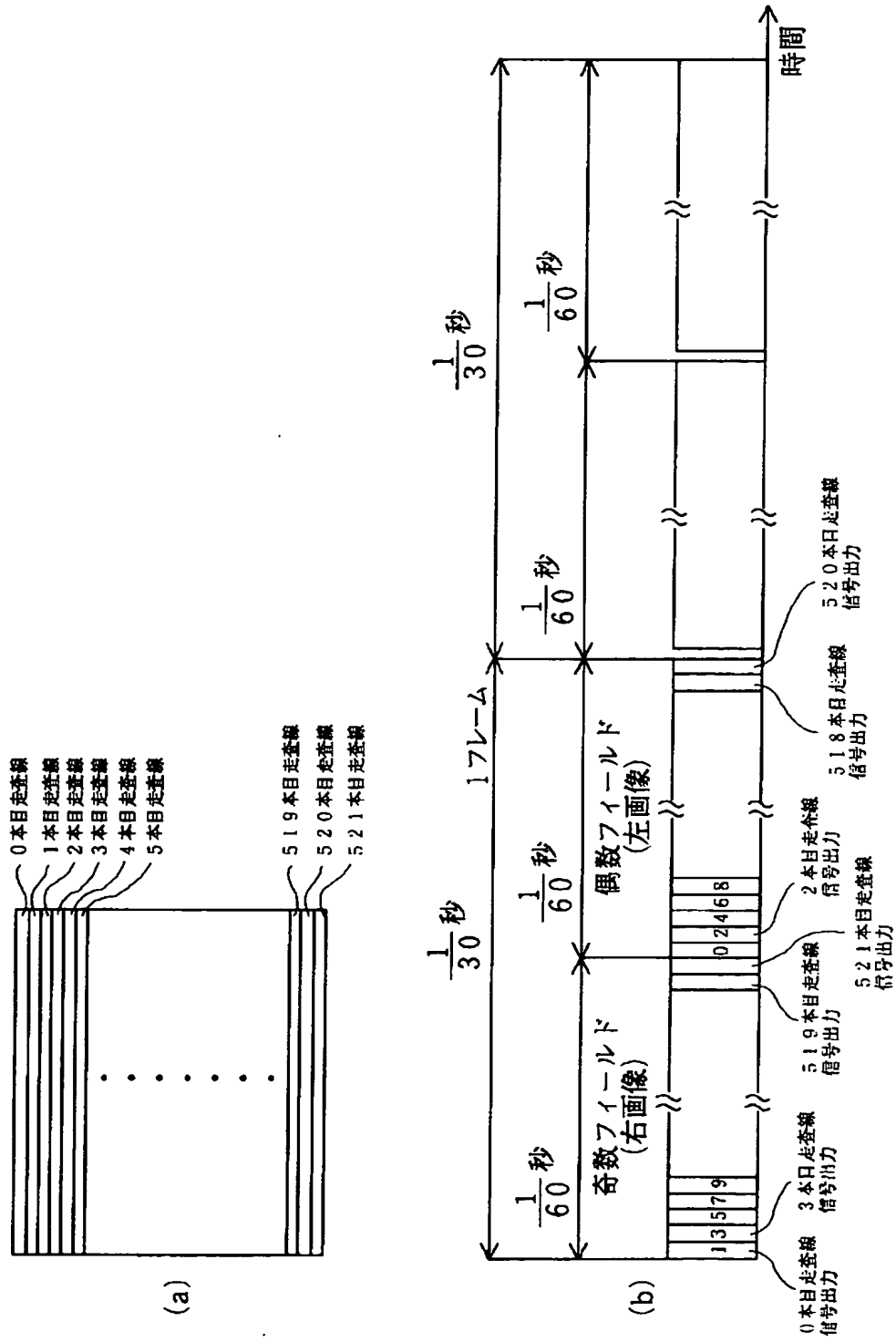
【図7】



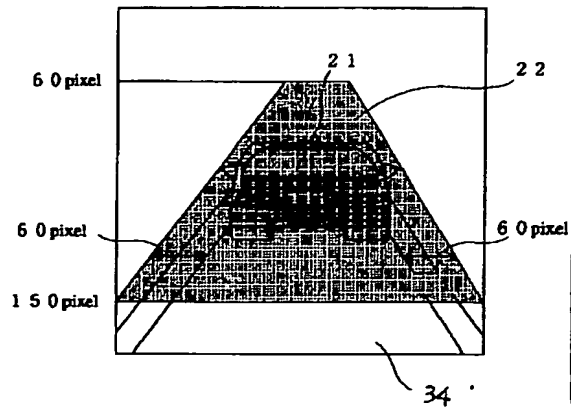
【図9】



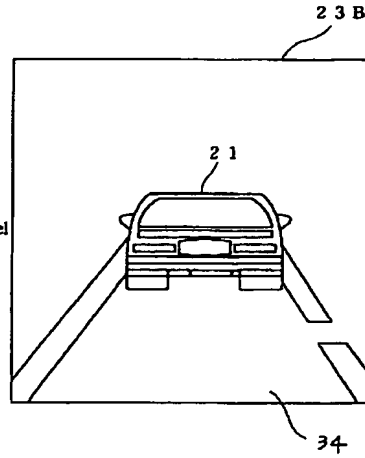
【図6】



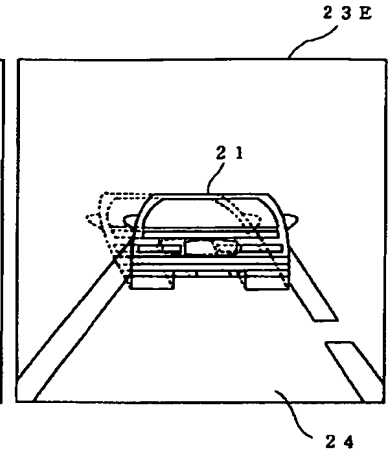
【図 8】



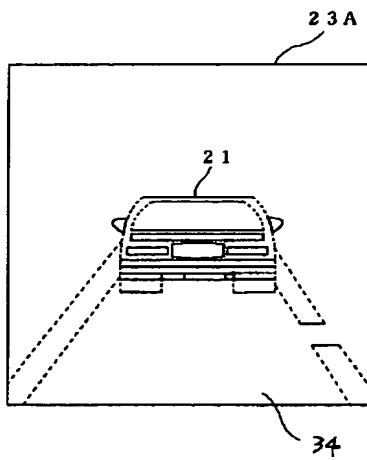
【図 10】



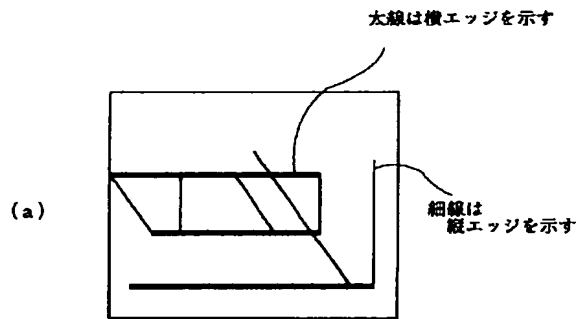
【図 16】



【図 11】

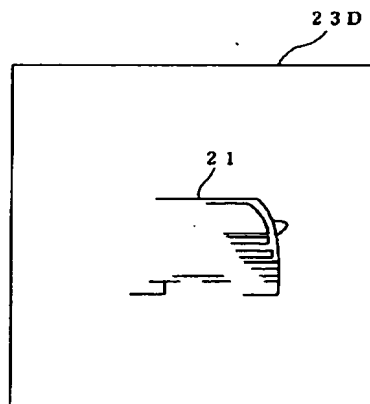


【図 12】

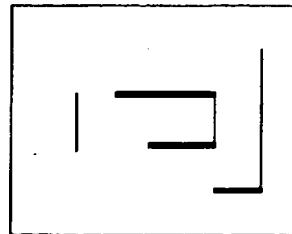


—— : 垂直エッジ - - - - : 水平エッジ

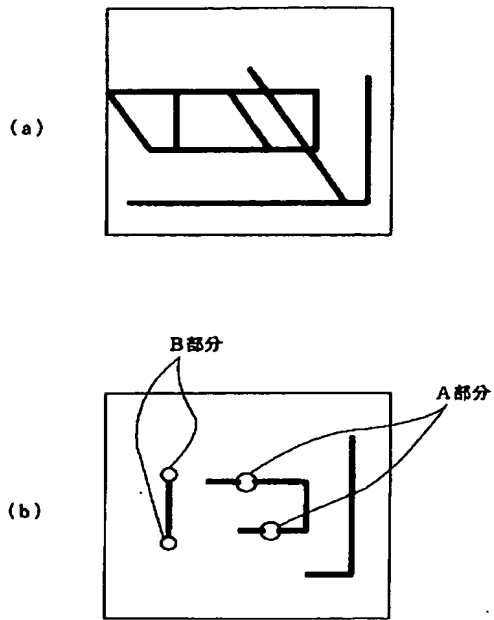
【図 17】



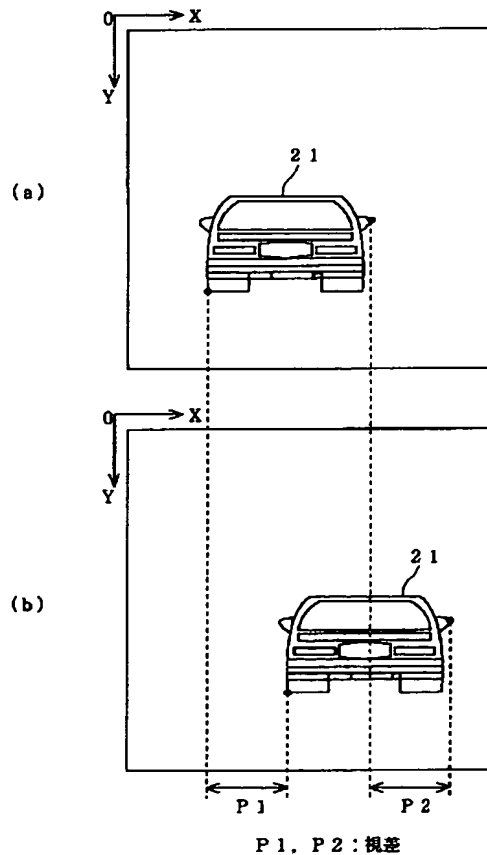
(b)



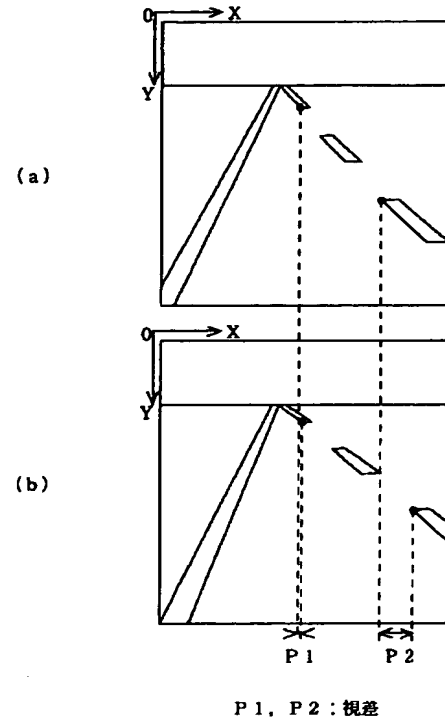
【図13】



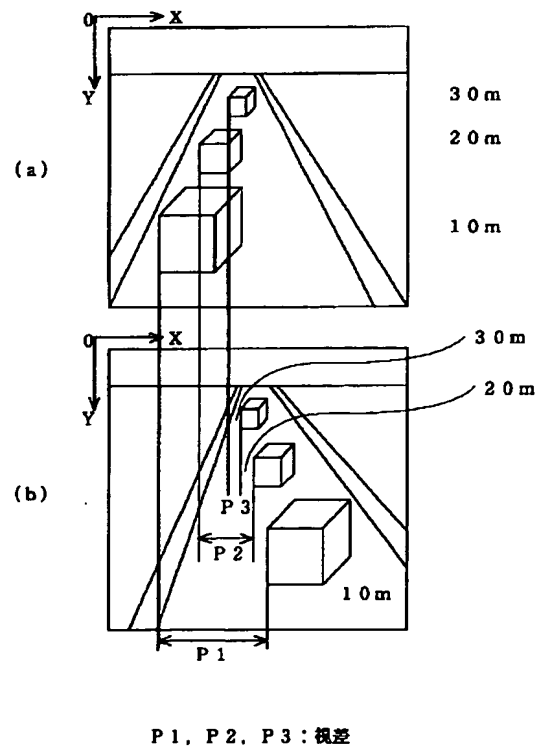
【図15】



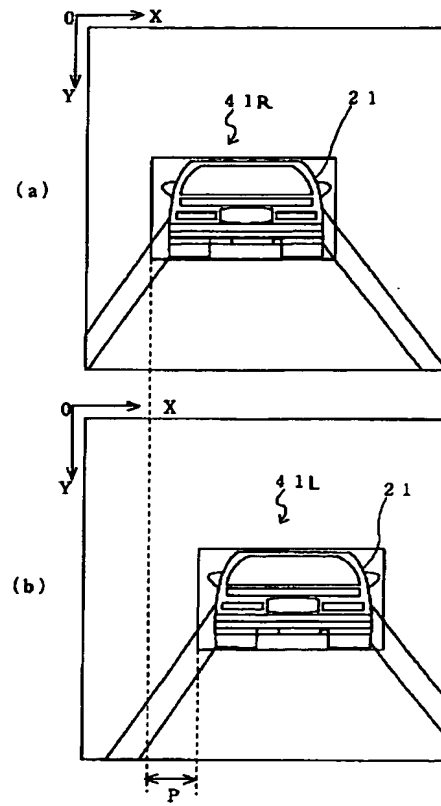
【図14】



【図19】



【図18】



P : 視差